

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра теплоенергетики
(повна назва кафедри)

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків товариства з обмеженою відповідальністю "Яблуневий Дар"»

08-15.МКР.006.00.00.000 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу групи ТЕ-22м
спеціальності 144 - теплоенергетика

Я. С.
(шифр і назва спеціальності)
Попроцький Я. С.
(прізвище та ініціали студента)

Керівник Остапенко О.П.
(прізвище та ініціали)

«05» 12 2023 р.

Опонент Андрухов В. М.
(прізвище та ініціали)

«13» 12 2023 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ТЕ

Дмитро СТЕПАНОВ
(прізвище та ініціали)

«13» 12 2023 р.

Вінниця ВНТУ - 2023 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра теплоенергетики
Рівень вищої освіти II (магістерський)
Галузь знань 14 – електрична інженерія
Спеціальність 144 - теплоенергетика
Освітньо-професійна програма Теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЕ
Дмитро СТЕПАНОВ
"22" 09 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ПОПРОЦЬКОМУ ЯРОСЛАВУ СЕРГІЙОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків товариства з обмеженою відповідальністю "Яблуневий Дар"»

керівник роботи Остапенко О.П., к.т.н., доцент,

(прізвище, ініціали, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 18.09.2023 р. № 247.

2. Строк подання студентом роботи 5 грудня 2023 року.

3. Вихідні дані до роботи: параметри пари: відпуск теплоти на промисловий споживач – 11.53 МВт, температура насиченої пари на виході з котельні – 170 °С, температура зворотнього конденсату від промислового споживача – 70 °С, нижча теплота згорання деревних гранул – 17,5 МДж/кг; температура сирової води – 8 °С.

4. Зміст текстової частини: аналітичний літературний огляд, аналіз ефективності варіантів з підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі парової котельні, розробка технології монтажу обладнання когенераційних теплонасосних установок, автоматизація теплової схеми парової котельні, техніко-економічні показники проектних рішень, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
схема монтажна аксонометрична; план розташування обладнання та трубопроводів календарний план; функціональна схема автоматизації парової котельні; результати математичного моделювання; результати дослідження варіантів застосування теплонасосних установок в тепловій схемі котельні (4 листи); схема теплової котельні з когенераційною теплонасосною установкою (плакат)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОПБНС	Кобилянська І.М. доц. каф. БЖДПБ		
ТЕППР	Лялюк О.Г., доц. каф. БМГА		

7. Дата видачі завдання 22.09.23

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Аналітичний літературний огляд	25.09.2023 – 05.10.2023	
2	Аналіз ефективності варіантів з підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі парової котельні	06.10.2023– 18.10.2023	
3	Розробка технології монтажу обладнання когенераційних теплонасосних установок	19.10.2023 – 02.11.2023	
4	Автоматизація теплової схеми парової котельні.	03.11.2023 – 19.11.2023	
5	Техніко - економічні показники проектних рішень	20.11.2023 – 29.11.2023	
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	30.11.2023 – 07.12.2023	
7	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	30.11.2023 – 05.12.2023	

Студент (підпис)

Попроцький Я. С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи (підпис)

Остапенко О.П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 621.577

Попроцький Я. С. Підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків товариства з обмеженою відповідальністю “Яблуневий Дар”. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 144 – Теплоенергетика, освітня програма - Теплоенергетика. Вінниця: ВНТУ, 2023. 86 с. На укр. мові. Бібліогр.: 57 назв; рис.: 71; табл. 26.

В магістерській кваліфікаційній роботі (МКР) оцінюється підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі промислово-опалювальної парової підприємства «Яблуневий дар», що забезпечується шляхом застосування когенераційної теплонасосної установки з використанням теплоти підземних вод. В МКР виконано аналітичний огляд літературної інформації з питань підвищення ефективності енерговикористання, оцінено технічні особливості застосування теплових насосів, враховано напрацювання на основі європейського та світового досвіду їх впровадження. За результатами проведених досліджень та оцінки одержаних наукових результатів визначено енергетичні та екологічні переваги застосування теплонасосних установок з використанням теплоти підземних вод для підвищення енергоефективності у тепловій схемі промислово-опалювальної котельні. Обрано до проектування варіант модернізації теплової схеми промислово-опалювальної котельні заводу з теплонасосною установкою на теплоті підземних вод. Розроблено функціональну схему автоматизації котельні, розроблено технологію монтажу когенераційної теплонасосної установки в тепловій схемі котельні, виконано розробку кошторису та економічних показників впровадження когенераційної теплонасосної установки в котельні заводу, розроблено заходи з охорони праці.

Графічна частина складається з 10 аркушів.

Ключові слова: теплонасосна установка, когенераційна установка, парова промислова котельня, витрата палива, енергоефективність

ABSTRACT

Poprotskyi Ya. S. Increasing the efficiency of energy use in the thermal scheme of the boiler house of the factory for the production of concentrated juices of the limited liability company "Yablunevy Dar". Master's qualification work in the specialty 144 - Heat Power Engineering, educational program - Heat Power Engineering. Vinnytsia: VNTU, 2022. 86 p. In Ukrainian language. Bibliogr .: 57 titles; fig .: 71; table 26.

The master's qualification thesis (MQT) evaluates the improvement of the efficiency of energy use in the thermal scheme of the industrial heating steam enterprise "Yablunevy Dar", which is provided by the use of a cogeneration heat pump unit using the heat of groundwater. The MKR carried out an analytical review of literary information on the issues of improving the efficiency of energy use, the technical features of the use of heat pumps are evaluated, the work done on the basis of European and world experience in their implementation is taken into account. Based on the results of the research and evaluation of the obtained scientific results, the energy and environmental advantages of using heat pump installations using the heat of underground water to increase energy efficiency in the thermal scheme of the industrial heating boiler house have been determined. The option of modernization of the thermal scheme of the industrial heating boiler room of the plant with a heat pump installation using the heat of underground water was selected for the design. A functional scheme of automation of the boiler room was developed, the technology of installation of a cogeneration heat pump unit in the thermal scheme of the boiler room was developed, an estimate and economic indicators of the introduction of a cogeneration heat pump unit in the boiler room of the plant were developed, labor protection measures were developed.

The graphic part consists of 10 sheets.

Keywords: heat pump installation, cogeneration installation, steam industrial boiler house, fuel consumption, energy efficiency

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Підвищення енергетичної ефективності з використанням теплових насосів.....	9
1.2 Застосування когенераційних технологій для підвищення енергетичної ефективності	11
1.3 Застосування енергоефективних рішень для зменшення викидів вуглекислого газу.....	12
1.4 Висновки до розділу 1.....	15
2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАРІАНТІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ПАРОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ ...	17
2.1 Опис математичної моделі теплової схеми парової котельні у разі застосування теплонасосної установки.....	17
2.2 Математичне програмне забезпечення розрахунків.....	17
2.3 Результати математичного моделювання з використанням програмних продуктів.....	22
2.4 Висновки до розділу 2.....	63
3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК	64
4 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ПАРОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ ..	65
5 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ	66
5.1 Кошторисні документи.....	66
5.2 Загальні техніко-економічні показники.....	66
5.3 Висновки до розділу 5.....	67
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	69
ВИСНОВКИ.....	79
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	81
Додаток А (обов'язковий). ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ.....	89
Додаток Б (обов'язковий). ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	90
Додаток В (довідковий). МОНТАЖ ОБЛАДНАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ.....	96
Додаток Г (довідковий). АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ПАРОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ З КОГЕНЕРАЦІЙНОЮ ТЕПЛОНАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ.....	100
Додаток Д (довідковий). ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	115
Додаток Е. ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА.....	124

ВСТУП

Актуальність теми. Технологія теплового насоса може принести великі економічні, екологічні та соціальні переваги суспільству. Ці переваги будуть тільки зростати, оскільки ефективність систем покращуватиметься, а теплові насоси можна буде використовувати у все більшій кількості областей застосування. З таким розвитком виробничі витрати впадуть відповідно до ефекту масштабу виробництва та технологічного прогресу.

Теплові насоси також сприяють циркулярній (енергетичній) економіці шляхом рекуперації та повторного використання надлишкового тепла та енергії в різних процесах нагрівання та охолодження. Ця технологія є ключовою для зв'язку використання відновлюваних джерел енергії в електроенергії та теплоті з енергоефективністю. Це дозволяє забезпечити швидший перехід споживачів і галузей промисловості з викопного палива, що зрештою зробить Україну більш конкурентоспроможною на світовій арені.

Успішний процес енергетичного переходу вимагає політичної волі та амбіцій на європейському та національному рівнях. У разі досягнення прискореної декарбонізації опалення та охолодження можна закласти основу для декарбонізації суспільства на основі існуючих теплонасосних технологій. Отже, тема МКР є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. МКР виконана за темою, що відповідає тематиці досліджень відповідно до наукового напрямку досліджень кафедри теплоенергетики ВНТУ.

Метою МКР є підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі промислово-опалювальної котельні підприємства «Яблуневий дар», що може бути забезпечено шляхом застосування когенераційної теплонасосної установки.

У відповідності з метою МКР сформульовані та розв'язані такі **завдання**:

1. Виконати аналітичний огляд літературної інформації з підвищення ефективності енерговикористання енергії шляхом застосування теплонасосних установок.
2. Оцінити математичну модель та підібрати програмне забезпечення для проведення досліджень та здійснення варіантного аналізу проектів, що забезпечуватимуть підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні.
3. Розробити технологію монтажу нового обладнання когенераційних теплонасосних установок для теплової схеми промислово-опалювальної парової котельні.
4. Визначити та розробити принципові рішення з автоматизації обладнання у тепловій схемі парової котельні.
5. Забезпечити визначення економічних показників у разі застосування когенераційної теплонасосної установки в схемі котельні.
6. Розробити комплекс заходів з охорони праці для випадку впровадження когенераційної теплонасосної установки.

Об'єктом дослідження є тепла схема парової котельні підприємства «Яблуневий дар», що відпускає теплоту на технологію, забезпечує потреби опалення та гарячого водопостачання.

Предметом дослідження МКР є способи та засоби з підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі промислово-опалювальної парової котельні підприємства.

Методи дослідження

В МКР використано методи математичного моделювання, аналізу та синтезу складних енергетичних систем.

Новизна отриманих результатів

Здобули подальший розвиток методи підвищення ефективності енерговикористання, підвищення екологічної безпеки та забезпечення економії

палива для промислово-опалювальних парових котелень шляхом встановлення когенераційних теплонасосних установок з використанням теплоти природних енергоресурсів.

З використанням програмного забезпечення досліджено, проаналізовано та оцінено ефективність варіантів проектів із застосування когенераційних теплонасосних установок з використанням теплоти природних енергоресурсів.

Апробація роботи

Основні результати досліджень МКР було обговорено на двох Всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Публікації результатів МКР. Результати проведених в МКР наукових досліджень опубліковані у двох тезах доповідей науково-технічних конференцій [1 - 2].

Структура та обсяг роботи. МКР складається: із вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, технічного завдання та додатків. Загальний об'єм роботи становить 86 сторінок. МКР містить ілюстрації, графічні залежності, необхідні креслення.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Підвищення енергетичної ефективності з використанням теплових насосів

Тепловим насосом називають пристрій, що використовує механічну енергію для перенесення холодоагентом теплової енергії для опалення або охолодження. Парокомпресійні теплові насоси складаються з компресора, конденсатора, розширювального клапана і випарника. Теплові насоси можуть бути двонаправленим пристроєм теплопередачі, що змінює роль випарника та конденсатора. Останнім часом комерційні теплові насоси стали дуже поширеними в опаленні та охолодженні будівель.

Застосування промислових теплових насосів не є поширеним через історичну наявність інших джерел опалення та охолодження. Оскільки світові та європейські компанії все більше зосереджуються на зниженні викидів CO₂, промислові теплові насоси можуть запровадити новий рівень енергоефективності, екологічно чисте опалення та охолодження. Одним із прикладів промислового використання теплових насосів може бути використання відпрацьованого тепла низького рівня (наприклад, охолодження продукту) для виробництва більш корисного теплоносія з вищою температурою, наприклад пари.

Майже всі теплові насоси засновані на механічному стисненні пари або на фізичному, хімічному циклі поглинання. Парокомпресійні теплові насоси можуть працювати від електрики, двигуна внутрішнього згорання або можуть використовувати саму технологічну рідину як робочу рідину у відкритому циклі (наприклад, механічні рекомпресори пари). Абсорбційні теплові насоси мають термічний привід – це означає, що тепла, а не механічна енергія подається для забезпечення циклу [3].

Традиційно найпоширенішими робочими рідинами були хлорфторвуглеці (CFC). Враховуючи їхній високий озоноруйнівний потенціал, інші несприятливі

наслідки для навколишнього середовища та регулятивну поступову відмову, вони тепер замінюються більш відповідними природними робочими рідинами, такими як аміак, пропан, вода, вуглекислий газ і повітря. Також створюються запатентовані суміші екологічно чистих холодоагентів, які можуть мати застосування як робочі тіла в промислових теплових насосах.

Електричні теплові насоси для опалення будівель зазвичай виробляють до 100 кВт-год теплоти з використанням лише 20-40 кВт-год електроенергії. Багато промислових теплових насосів використовують потік відпрацьованого тепла, тому вони можуть постачати таку саму кількість тепла з навіть меншою кількістю електроенергії. Грунтові теплові насоси використовують землю, яка підтримує відносно постійну температуру 6–20°C на глибині трьох метрів або більше, як джерело тепла або як поглинач, залежно від пори року.

Ефективність теплових насосів визначається за показниками - коефіцієнтом перетворення (COP) або коефіцієнтом первинної енергії (PER). COP визначається як відношення теплової енергії, що постачається тепловим насосом, до механічної енергії, що подається для забезпечення роботи компресора. PER визначається як відношення корисної енергії, що постачається тепловим насосом, до вихідної первинної енергії. Первинна енергія може вимірюватися як відновлювана або невідновлювана енергія. Типовий діапазон COP для теплових насосів для теплопостачання в електричних будівлях становить від двох до п'яти. У промисловості ці коефіцієнти у вісім разів вищі. PER для теплового насоса зазвичай може становити від одного до двох. Варто зазначити, що ефективність теплового насоса зменшується зі збільшенням бажаного підвищення температури [4].

1.2 Застосування когенераційних технологій для підвищення енергетичної ефективності

Комбіноване виробництво тепла та електроенергії (технологія СНР), яке також називають когенерацією, передбачає використання теплового двигуна або енергетичної системи для одночасного виробництва електроенергії та корисного тепла. СНР - це не єдина технологія, а інтегрована енергетична система, яку можна модифікувати залежно від кінцевого використання енергії. Відновлюючи відпрацьоване тепло, когенерація тепла та електроенергії зазвичай досягає ефективного електричного ККД від 50% до 70%, ці значення значно перевищують середні значення ККД електростанцій простого циклу. Наприклад, поршневі двигуни та газотурбінні когенераційні системи спалюють паливо для виробництва електроенергії, а потім використовують блок рекуперації тепла для уловлювання відпрацьованого тепла з потоку вихлопних газів системи згорання. Це тепло перетворюється на корисну теплову енергію у вигляді пари, гарячої води, або іншого теплоносія. СНР може включати газові турбіни або газові/дизельні двигуни. Однак газові турбіни більш поширені для великих когенераційних установок, які потребують значної кількості електроенергії/рушійної сили та тепла одночасно. СНР уловлює частину відпрацьованого тепла для цілей опалення замість того, щоб видаляти теплоту з димовими газами від системи виробництва електроенергії. Відпрацьоване тепло від вихлопних газів від звичайної газової турбіни можна використовувати для опалення або виробництва електроенергії за допомогою парових турбін [5].

У більшості промислових підприємств існує попит на теплову енергію. Зазвичай вихлопні гази з газової турбіни використовуються як теплова енергія, це рішення є енергоефективним і економічним, якщо необхідна потреба в теплі, рівень якого відповідає рекуперованому відпрацьованому теплу. Якщо необхідна потреба в тепловій енергії низька, може бути важко використати всю теплову енергію, яку можна відновити. Крім того, використання високотемпературних вихлопних газів для

отримання додаткової потужності (наприклад, комбінований цикл) може бути більш енергоефективним, ніж використовувати його для технологічного опалення. Проте використання вихлопних газів для нового виробництва електроенергії може збільшити капітальні витрати порівняно з використанням їх для виробництва тепла. Для оцінки потрібен комплексний аналіз для забезпечення оптимального вибору. Комбінація виробництва тепла та електроенергії (інтеграція тепла) може забезпечити до 90% (або більше) потреб у теплі для установок, коли енергія рекуперується з вихлопних газів газової турбіни та інших гарячих технологічних потоків. На нових установках зазвичай утилізується відпрацьоване тепло від виробництва електроенергії, що призводить до зниження загальних потреб у енергії від спалювання палива (оскільки рекуперація відпрацьованого тепла зменшує потребу в зовнішньому постачанні тепла від спалювання палива, яке вже спожито газовою турбіною) і, таким чином, загалом забезпечується нижчі рівні викидів. Газова турбіна з електричною еквівалентною потужністю 30 МВт, обладнана установкою утилізації відпрацьованого тепла, може забезпечити теплову потужність 35 МВт. Крім того, системи утилізації теплоти також можна встановити на існуючі турбіни для рекуперації відпрацьованого тепла, потенційно зменшуючи або усуваючи потребу в електричних, газових або масляних обігрівачах і котлах, таким чином значно зменшуючи загальне споживання енергії для опалення [6].

1.3 Застосування енергоефективних рішень для зменшення викидів вуглекислого газу

Енергоефективні процеси потребують менше електроенергії та тепла (природний газ, паливний газ тощо) і, отже, виробляють менше вуглекислого газу (CO₂). Енергоефективні рішення розглядають установку як єдину систему та спрямовані на мінімізацію загального споживання енергії в очікуваному діапазоні

робочих умов. Вони передбачають порівняння економії енергії протягом усього терміну експлуатації з додатковими витратами різних альтернатив.

Існує ієрархія підходів до енергоефективного проектування, де верхній рівень – це вибір маршруту обробки або технології, яка споживає менше енергії. Потім їх потрібно правильно визначити, а також вивчити можливості інтеграції тепла та оптимізацію системи (включаючи співвідношення теплоти/потужності відповідно). Нарешті, можна спроектувати індивідуальне обладнання та вибрати ефективні компоненти системи (наприклад, насоси, компресори, інжектори, нагрівачі/котли, теплообмінники, реактори, дистиляційні колони, трубопроводи).

Набагато легше розглянути питання енергоефективності в проекті, ніж модернізувати існуючий об'єкт, щоб зробити його більш енергоефективним. Насправді, додавання енергоефективності в проекті може дозволити об'єкту відкласти інші оновлення апаратного забезпечення або модернізацію для контролю CO₂ після згоряння (наприклад, технології уловлювання вуглецю).

Це відноситься до недавньої тенденції в технологічній обробці, що передбачає проектування об'єктів із використанням підходу заводської моделі, щоб заощадити час і гроші та використовувати один і той самий дизайн для всіх нових розробок у певній галузі чи області. Це може бути ефективним від перспективи проектування та будівництва, але призводять до операційної неефективності [7].

Критерії енергоефективного проектування повинні бути включені на ранніх етапах проекту. На ранніх етапах нових проектів у проект можна внести більші зміни, щоб зробити його більш енергоефективним з незначним впливом на вартість проекту та графік. Однак підвищення енергоефективності від модернізації існуючих об'єктів може бути обмежено розташуванням наявного обладнання та доступною площею ділянки.

У міру просування проекту всі рішення, які впливають на енергоефективність, повинні прийматися задокументовано, включно з тим, які припущення були використані в цьому рішенні. Це розпочинається у попередньому техніко-економічному обґрунтуванні та має продовження шляхом детального проектування

та часто включатиме як технічний, так і економічний компонент. Виявлення цих можливостей енергоефективності є корисним, оскільки деякі з них будуть додатково досліджені та розроблені на наступних етапах проекту.

Порівняльний аналіз прогнозованого споживання енергії з подібними проектами є важливим. Загальний проект об'єкта повинен включати необхідне приладдя та пов'язане обладнання для забезпечення моніторингу та оптимізації системи. Це важливо для системи енергоменеджменту на введеному в експлуатацію об'єкті.

Прилади повинні мати можливість вимірювати потоки енергії (теплотворна здатність паливного газу та витрати, споживання потужності/електроенергії, реактивну енергію тощо), які використовуються великими споживачами енергії (наприклад, газові турбіни), а також контролювати продуктивність обладнання та допомагати працювати ефективно завдяки моніторингу ключових показників ефективності. Для безперервного моніторингу ці інструменти мають бути пов'язані з системою історії даних та інформаційною системою підприємства. Це дозволяє проводити детальний аналіз, коли це необхідно. Відповідний контроль процесів, у тому числі розширений контроль процесів, також має бути включений у проект енергоефективності [8].

Загальне емпіричне правило полягає в тому, що компанії повинні зосереджуватися на пошуку енергії з найменшим вмістом вуглецю, а потім використовувати її якомога ефективніше. Наприклад, зараз одна з тенденцій полягає в тому, щоб якомога більше електрифікувати технології вироблення теплоти та намагатися отримати енергію з низьким вмістом вуглецю (сонячну, вітрову тощо) поза мережею.

На етапі проектування слід враховувати вибір технології з найкращих доступних енергоефективних технологій. При виборі технологій можна керуватися такими критеріями:

- енергоефективність (та викиди парникових газів) різних технологій/постачальників;

- вартість життєвого циклу, яка включає капітальні витрати та всі додаткові витрати/вигоди;
- зрілість технологій – більшість енергоефективних рішень використовують перевірені технології. Використання енергоефективного обладнання або систем, які не мають багаторічного досвіду експлуатації, може становити ризик низької надійності або недостатньої доступності обладнання чи підтримки.

Проект також може включати забезпечення майбутніх технологій, які зараз широко демонструються. Сюди входять положення щодо площі ділянки, прив'язки та будь-які вимоги до комунальних послуг. Деякі приклади включають положення щодо утилізації відпрацьованого тепла, акумуляторів та/або підключення до відновлюваних джерел енергії [9].

Крім того, під час модернізації слід провести аналіз витрат і вигод, щоб розглянути можливість заміни на найкращу доступну технологію.

1.4 Висновки до розділу

У розділі 1 проведено аналітичний огляд літературної інформації щодо підвищення ефективності енерговикористання енергії із застосуванням теплонасосних технологій. Це дохволило сформулювати мету та завдання магістерської кваліфікаційної роботи.

Основною метою роботи є підвищення ефективності енерговикористання енергії в тепловій схемі котельні підприємства «Яблуневий дар». Це досягається за рахунок впровадження когенераційної теплонасосної установки в тепловій схемі котельні.

Для досягнення цієї мети визначені наступні завдання:

1. Виконати аналітичний огляд літературної інформації з підвищення ефективності енерговикористання енергії шляхом застосування теплонасосних установок.

2. Оцінити математичну модель та підібрати програмне забезпечення для проведення досліджень з варіантного аналізу проектів, що забезпечуватимуть підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі промислово-опалювальної котельні.

3. Розробити рішення з технології монтажу пропонуваніх когенераційних теплонасосних установок в тепловій схемі парової промислово-опалювальної котельні.

4. Запропонувати та розробити принципові рішення, що забезпечуватимуть автоматизацію обладнання у тепловій схемі промислово-опалювальної парової котельні.

5. Виконати оцінку економічних показників у разі впровадження когенераційної теплонасосної установки в схемі котельні.

6. Розробити комплекс заходів з охорони праці з метою впровадження когенераційної теплонасосної установки.

2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАРІАНТІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ПАРОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ

2.1 Опис математичної моделі теплової схеми парової котельні у разі застосування теплонасосної установки

Вихідними даними для виконання досліджень, що спрямовані на визначення показників теплонасосних установок на основі математичної моделі парокompресійної теплонасосної установки є [10-14]:

- вид та термодинамічні властивості холодоагентів;
- температури низькотемпературного та високотемпературного джерел теплоти у випарнику та конденсаторі;
- витрати теплоносіїв у випарнику та конденсаторі теплового насоса;
- теплова потужність випарника, конденсатора та навантаження опалення та гарячого водопостачання від теплового насоса.

Математичний опис закладений у модель для досліджень показників теплонасосних установок в програмних продуктах.

2.2 Математичне програмне забезпечення розрахунків

Моделювання з дослідження показників ефективності теплових насосів здійснювалось за допомогою програми HP FAT Calculator Programme-2023 [15] Данського Технологічного Інституту.

Програма HP FAT (Heat Pump First Assessment Tool) базується на комерційному пакеті Engineering Equation Solver (EES) і відповідному математичному описі теплового насоса. EES забезпечує розв'язування систем лінійних та нелінійних рівнянь. В пакеті EES закладено спеціалізовані функції та відповідні рівняння з термодинаміки та теплопередачі. EES передбачає врахування термодинамічних

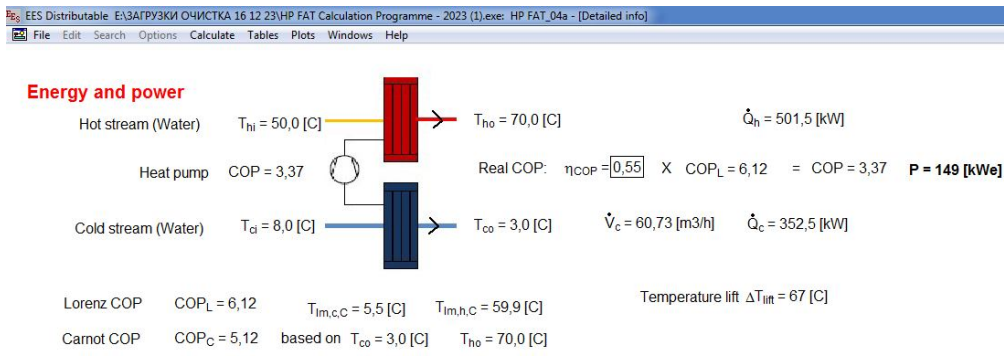
властивостей, проводить ітераційне розв'язання, спрощує визначення термодинамічних властивостей з використанням вбудованих функцій.

Пакет EES сприяє оптимізації, дозволяє мінімізувати або максимізувати вибрану змінну.

Зазначений програмний пакет розроблено компанією F-Chart Software [16].

HP FAT забезпечує оцінку ефективності застосування теплового насоса, дозволяє визначити потужностей прості фінансові показники.

На рис. 2.1 – 2.3 показані результати моделювання в програмі HP FAT для трьох режимів роботи теплонасосних установок для забезпечення необхідних параметрів у відповідності з показниками теплової схеми промислово-опалювальної парової котельні. Здійснено визначення енергетичних та економічних показників.



Economy:

Full load hours per year $N_{year} = 2920$

Reference scenario:

Ref fuel prize $Prize_{ref} = 6,00$ [CCY/kWh] $_{ef} = 0,9$ Efficiency of reference fuel (e.g. boiler efficiency)

Ref fuel cost per year $Cost_{ref,year} = 9762533$ [CCY/year]

Heat pump scenario:

Elec. power cost $Prize_{elec} = 6,00$ [CCY/kWh]

HP cost per year $Cost_{HP,year} = 2609702$ [CCY/year] **Saving_{year} = 7152831 [CCY/year]**

Simple pay back analysis:

Investment cost $Invest = 1994600$ [CCY] $Invest_{spec} = 3977$ [CCY/kW]

Simple pay back time $\frac{Invest = 1994600 \text{ [CCY]}}{Saving_{year} = 7152831 \text{ [CCY/year]}} = SPP = 0,3$ [Years]

Disclaimer: The use of the program and the results are exclusively on the risk of the user

Рисунок 2.1 - Результати моделювання з визначенням енергетичних та економічних показників для першого режиму роботи теплонасосних установок

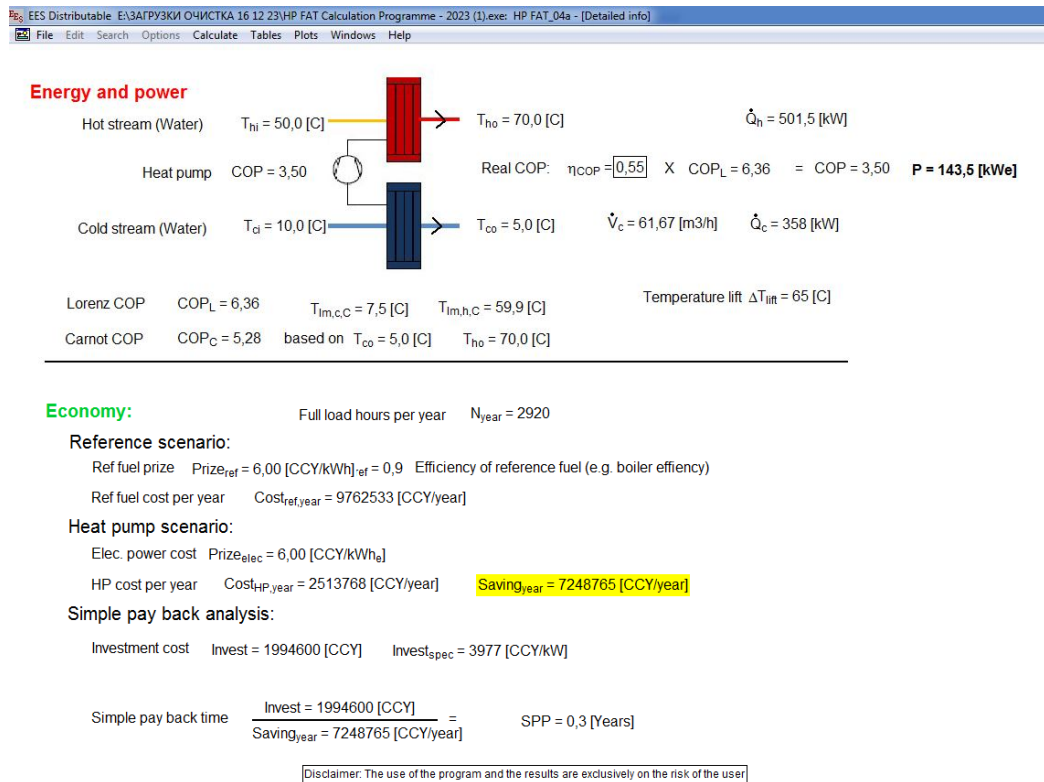


Рисунок 2.2 - Результати моделювання з визначенням енергетичних та економічних показників для другого режиму роботи теплонасосних установок

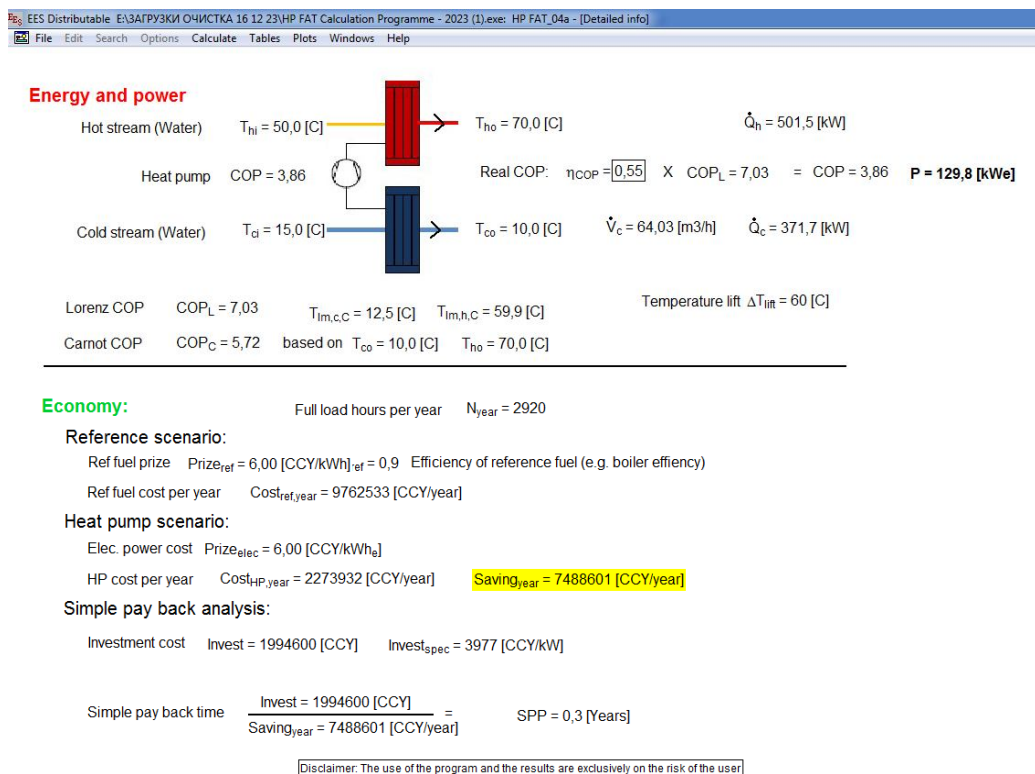


Рисунок 2.3 - Результати моделювання з визначенням енергетичних та економічних показників для третього режиму роботи теплонасосних установок

Для оцінки екологічного впливу обраних до дослідження варіантів було використано програму компанії Treeze Ltd, що здійснює оцінку життєвого циклу [17]. В цій програмі здійснюється оцінка життєвого циклу продукції на навколишнє середовище.

Використано програми-калькулятори теплових насосів та різних джерел теплозабезпечення [18-19], що дозволяють кількісно оцінити вплив на навколишнє середовище.

2.3 Результати математичного моделювання з використанням програмних продуктів

Результати моделювання з використанням програмних продуктів представлені в табл. 2.1 -2.16.

Моделювання проводилось для варіантів застосування теплових насосів з використанням теплоти повітря, ґрунту та підземних вод, а також стічних вод для визначених з теплової схеми граничних значень локальних та загальних коефіцієнтів ефективності в діапазоні 2...3.

Таблиця 2.1 Результати моделювання

Тепловий насос «повітря-вода» Локальний коефіцієнт ефективності 3 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,738	5,213
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,607	1,821
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,364	1,091
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,767	2,301
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,2011	0,6033
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1236	0,4929
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	207	622

Таблиця 2.2 Результати моделювання

Тепловий насос «повітря-вода» Загальний коефіцієнт ефективності 3 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,790	5,011
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,650	1,820
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,389	1,091
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,750	2,101
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,2136	0,598
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1759	0,4926
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	220	617

Таблиця 2.3 Результати моделювання

Тепловий насос «повітря-вода» Локальний коефіцієнт ефективності 2 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	2,102	4,203
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,907	1,814
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,545	1,089
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,650	1,3
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,2884	0,5769
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,2457	0,4913
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	298	596

Таблиця 2.4 Результати моделювання

Тепловий насос «повітря-вода» Загальний коефіцієнт ефективності 2 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,790	5,011
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,650	1,820
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,389	1,091
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,750	2,101
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,2136	0,5980
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1759	0,4926
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	220	617

Таблиця 2.5 Результати моделювання

Тепловий насос «розсіл-вода» Локальний коефіцієнт ефективності 3 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,749	5,246
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,618	1,853
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,364	1,091
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,767	2,301
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1941	0,5824
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1664	0,4993
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	202	609

Таблиця 2.6 Результати моделювання

Тепловий насос «розсіл-вода» Загальний коефіцієнт ефективності 3 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,581	6,164
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,479	1,869
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,28	1,093
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,821	3,201
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1538	0,6
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1289	0,5026
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	161	629

Таблиця 2.7 Результати моделювання

Тепловий насос «розсіл-вода» Локальний коефіцієнт ефективності 2 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	2,113	4,225
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,918	1,836
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,545	1,089
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,650	1,3
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,2815	0,5630
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,2478	0,4956
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	294	587

Таблиця 2.8 Результати моделювання

Тепловий насос «розсіл-вода» Загальний коефіцієнт ефективності 2 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,581	6,164
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,479	1,869
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,28	1,093
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,821	3,201
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1538	0,6
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1289	0,5026
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	161	629

Таблиця 2.9 Результати моделювання

Тепловий насос «стічна вода-вода» Локальний коефіцієнт ефективності 3 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,073	3,219
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,608	1,825
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,364	1,091
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,101	0,304
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0,667	2
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1791	0,5372
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1651	0,4953
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	193	579

Таблиця 2.10 Результати моделювання

Тепловий насос «стічна вода-вода» Загальний коефіцієнт ефективності 3 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	0,948	3,224
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,538	1,828
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,321	1,092
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,09	0,304
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0,706	2,4
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1585	0,5389
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1460	0,4962
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	172	584

Таблиця 2.11 Результати моделювання

Тепловий насос «стічна вода-вода» Локальний коефіцієнт ефективності 2 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,604	3,208
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,908	1,816
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,544	1,089
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,151	0,302
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0,5	1
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,2664	0,5328
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,2465	0,4930
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	284	568

Таблиця 2.12 Результати моделювання

Тепловий насос «стічна вода-вода» Загальний коефіцієнт ефективності 2 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	0,948	3,224
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,538	1,828
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,321	1,092
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,09	0,304
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0,706	2,4
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1585	0,5389
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1460	0,4962
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	172	584

Таблиця 2.13 Результати моделювання

Тепловий насос «грунтові води-вода» Локальний коефіцієнт ефективності 3 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,749	5,246
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,618	1,853
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,364	1,091
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,767	2,301
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1941	0,5824
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1664	0,4993
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	203	609

Таблиця 2.14 Результати моделювання

Тепловий насос «грунтови води-вода» Загальний коефіцієнт ефективності 3 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,663	5,654
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,574	1,861
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,321	1,092
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,794	2,701
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0	0
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1736	0,5902
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	0,1473	0,5007
Ecological deficit 2013 (eco- points/UBP)	UBP /kWh	182	618

Таблиця 2.15 Результати моделювання

Тепловий насос «грунтови води-вода» Локальний коефіцієнт ефективності 2 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	2,113	4,225
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,918	1,836
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,545	1,089
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,650	1,3
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0,2815	0,5630
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,2478	0,4956
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	294	587

Таблиця 2.16 Результати моделювання

Тепловий насос «грунтові води-вода» Загальний коефіцієнт ефективності 2 Вплив на навколишнє середовище		Per kWh of heat	Per kWh of consumed electricity
Total energy demand, everything	kWh of oil equivalent/kWh	1,663	5,654
Aggregate demand for energy, fossil	kWh of oil equivalent/kWh	0,574	1,861
Aggregate energy demand, nuclear	kWh of oil equivalent/kWh	0,321	1,092
Aggregate demand for renewable energy	kWh of oil equivalent/kWh	0,794	2,701
Aggregate energy demand, waste	kWh of oil equivalent/kWh	0,1736	0,5902
Emissions of greenhouse gases	kg CO ₂ -eq/kWh	0,1473	0,5007
Carbon dioxide, fossil	kg CO ₂ /kWh	182	618

За результатами аналізу показників з табл. 2.1 -2.16 можна зробити висновок, що використання теплоти підземних вод в теплових насосах забезпечує достатню ефективність енергоперетворень та кращі екологічні показники.

На рис. 2.4 – 2.51 наведені показники роботи різних типів теплових насосів з використанням різних варіантів джерел низькотемпературної теплоти за умови зміни показників ефективності теплових насосів.

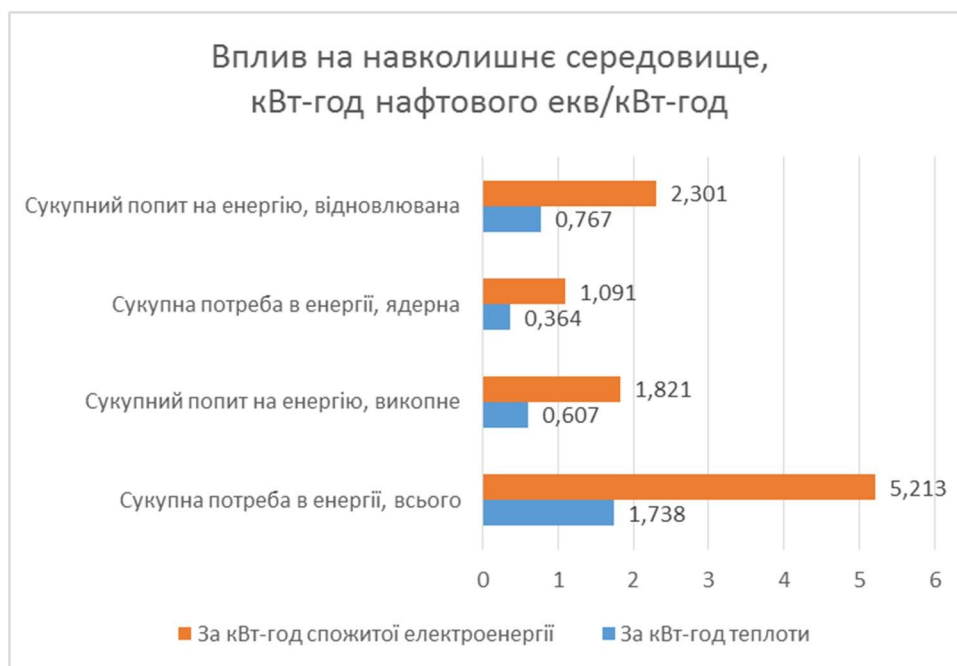


Рисунок 2.4 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

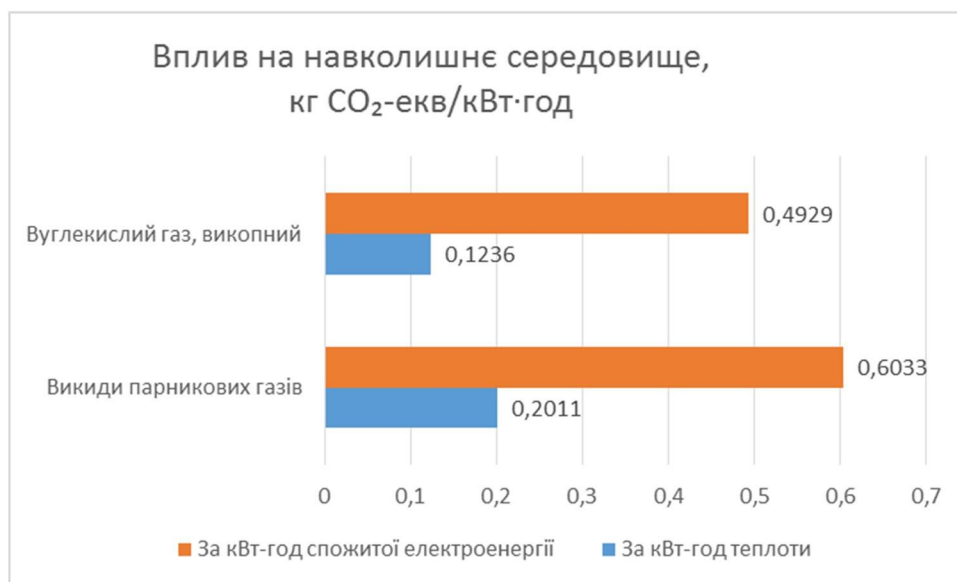


Рисунок 2.5 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

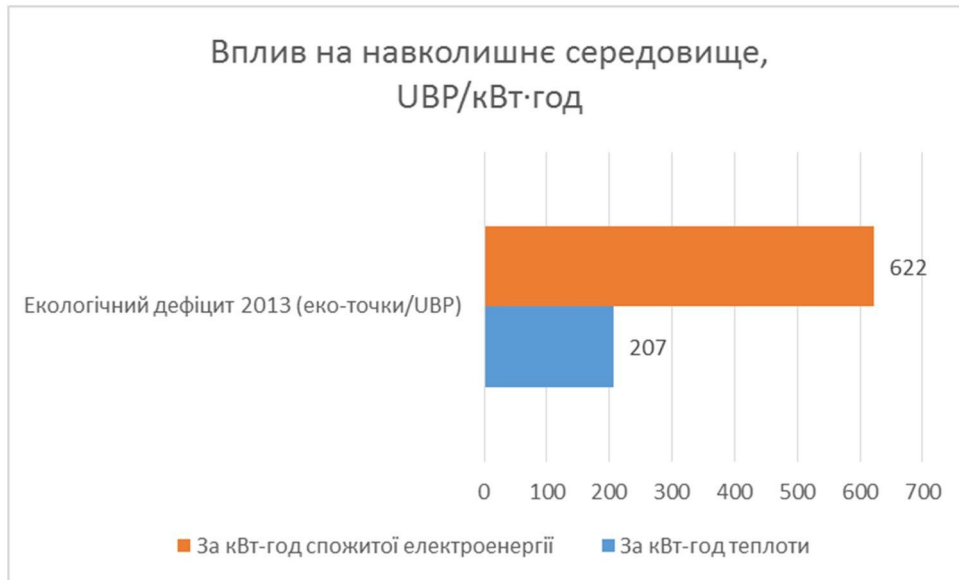


Рисунок 2.6 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

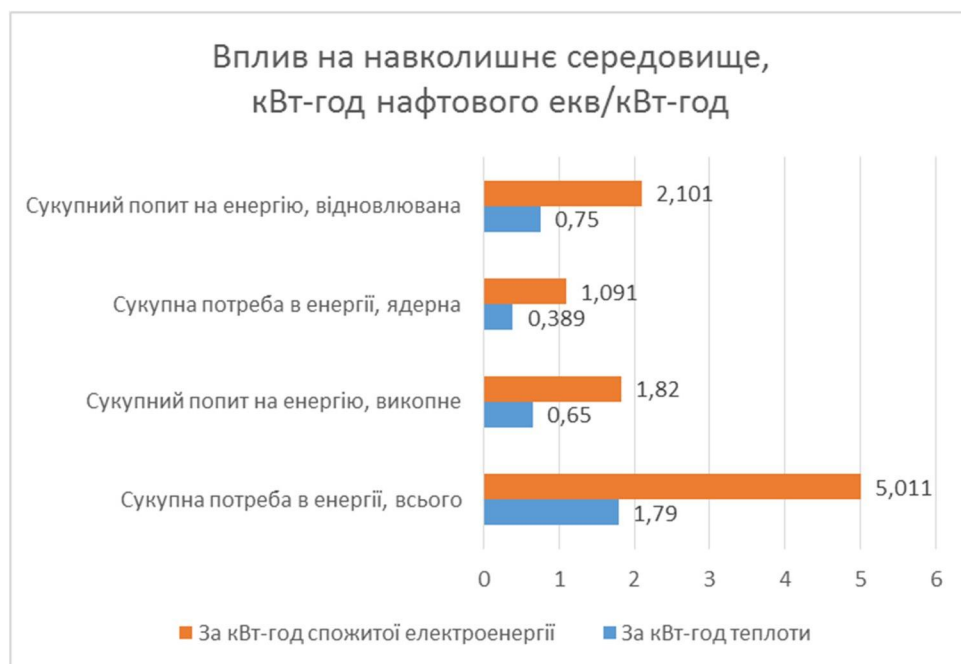


Рисунок 2.7 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

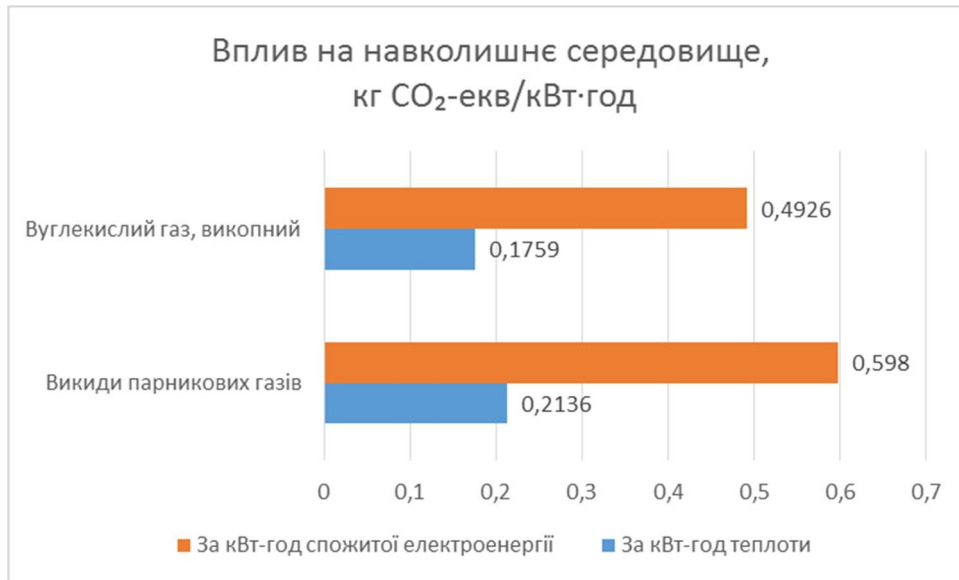


Рисунок 2.8 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

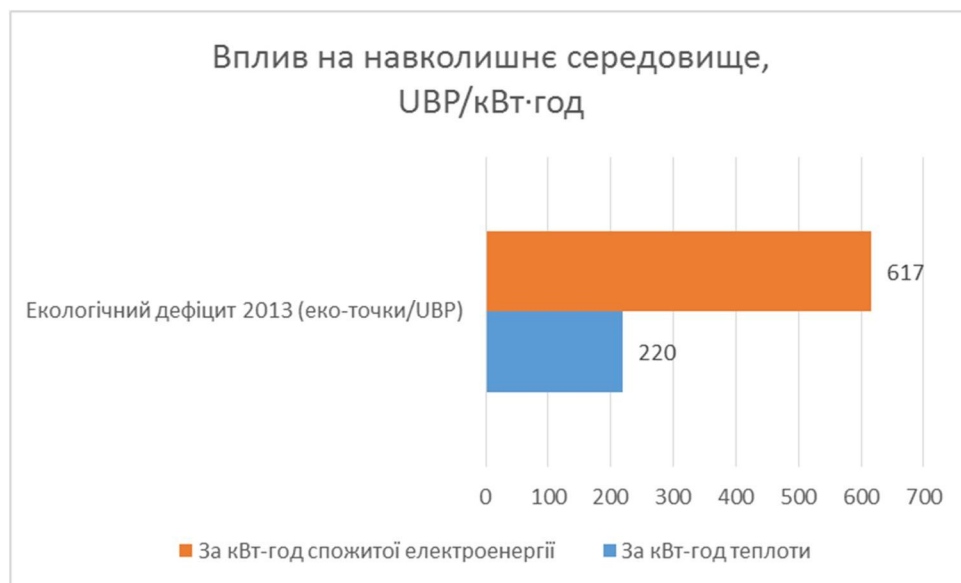


Рисунок 2.9 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

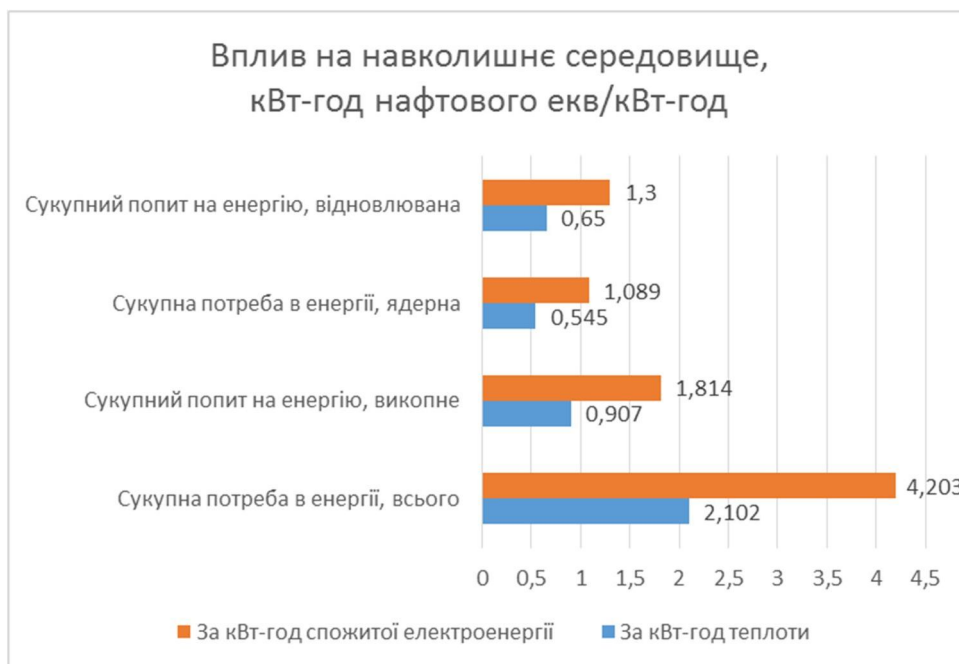


Рисунок 2.10 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

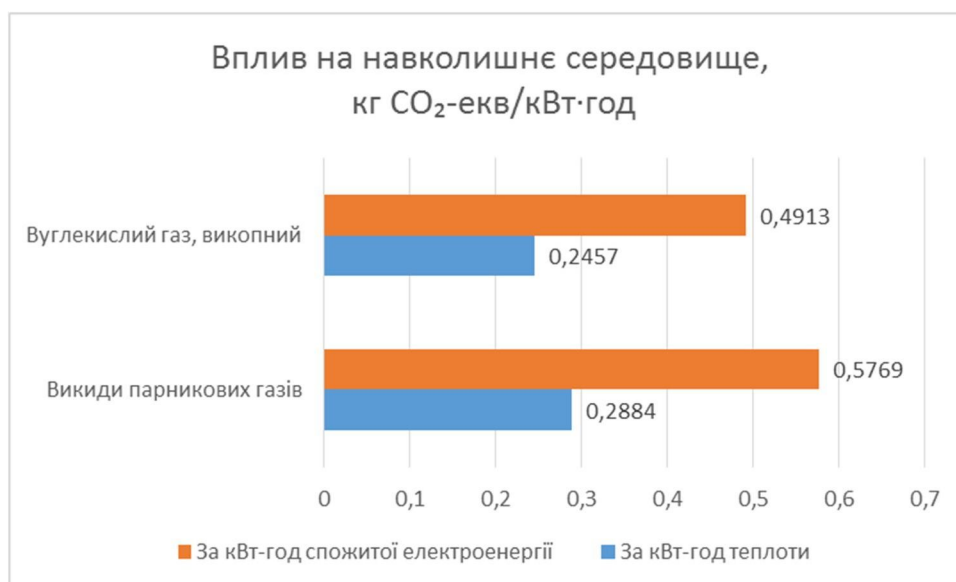


Рисунок 2.11 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

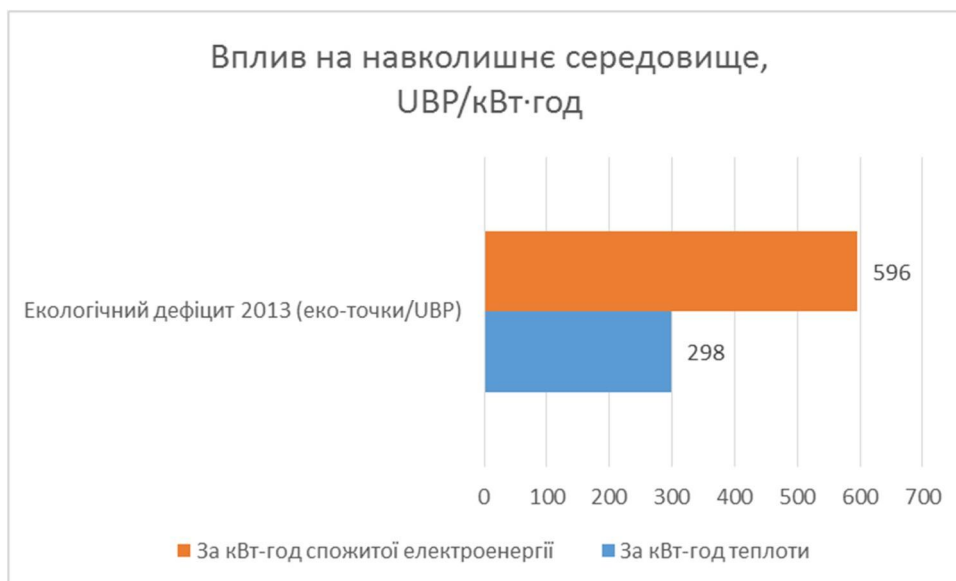


Рисунок 2.12 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насосатипу «повітря-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

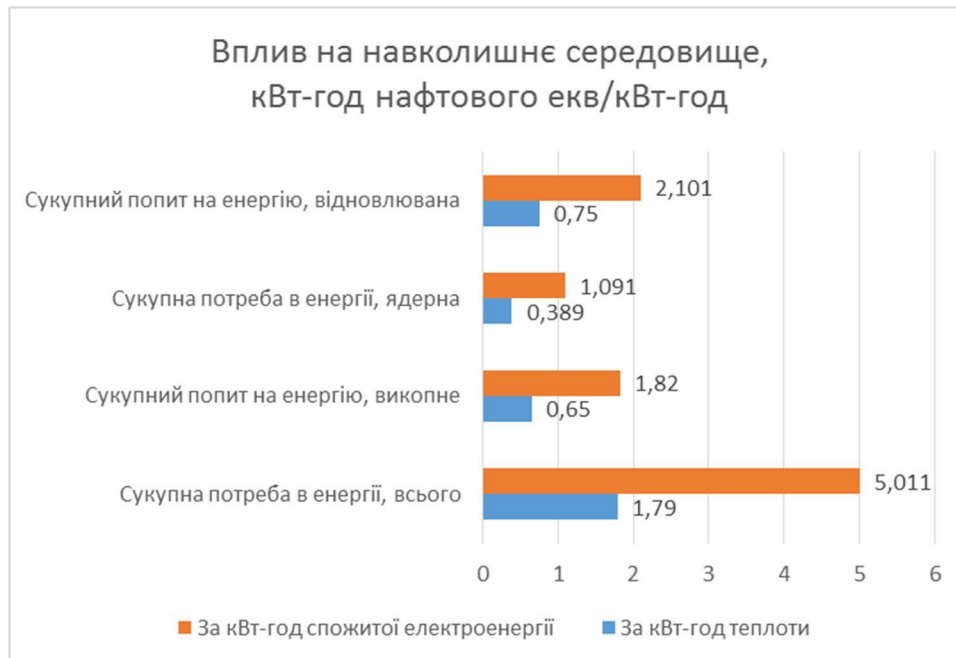


Рисунок 2.13 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

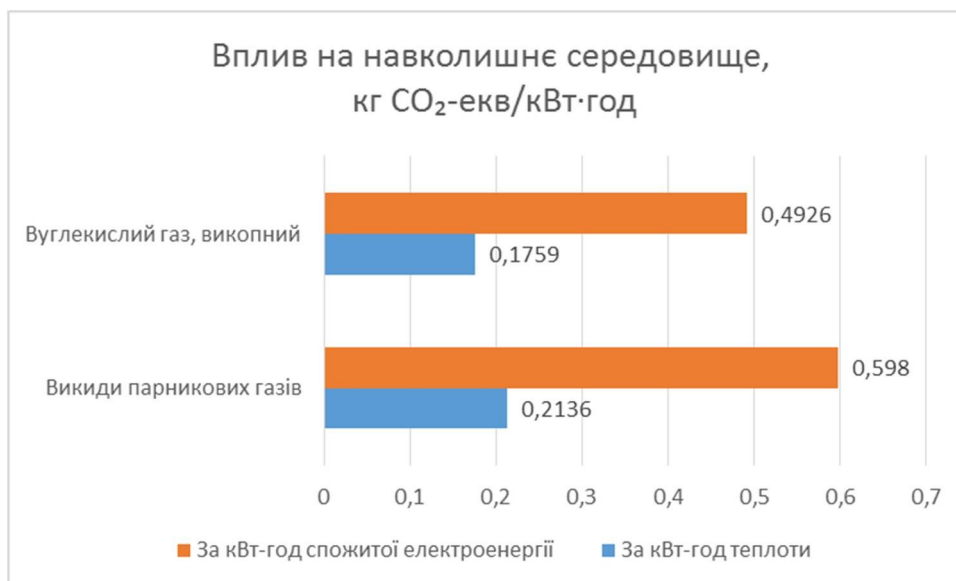


Рисунок 2.14 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

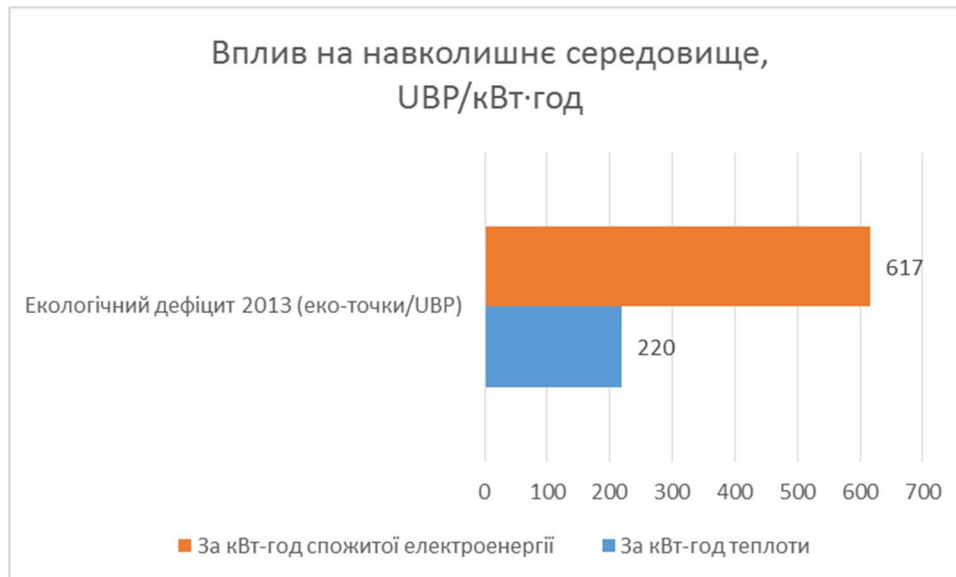


Рисунок 2.15 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «повітря-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

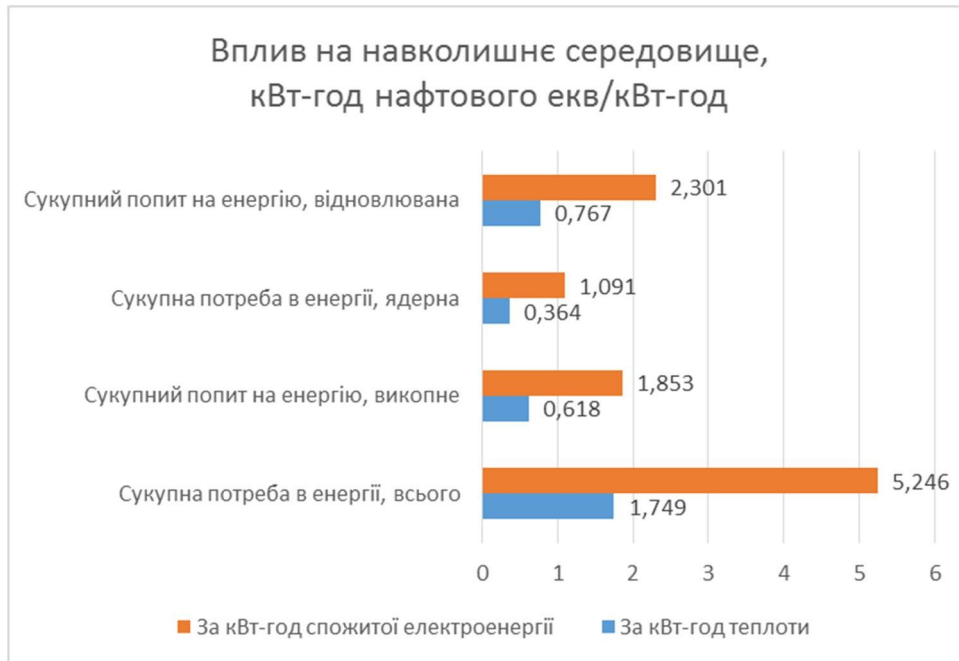


Рисунок 2.16 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

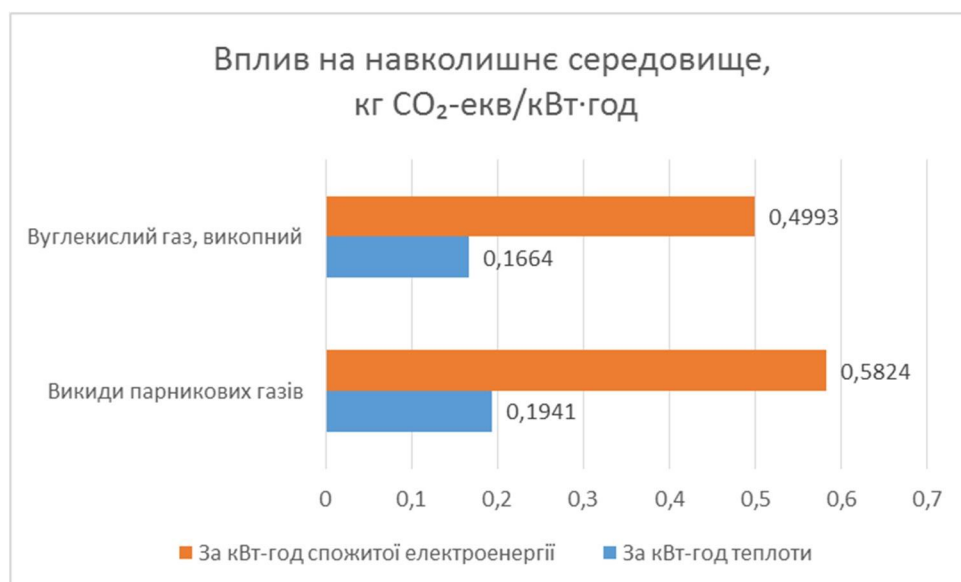


Рисунок 2.17 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

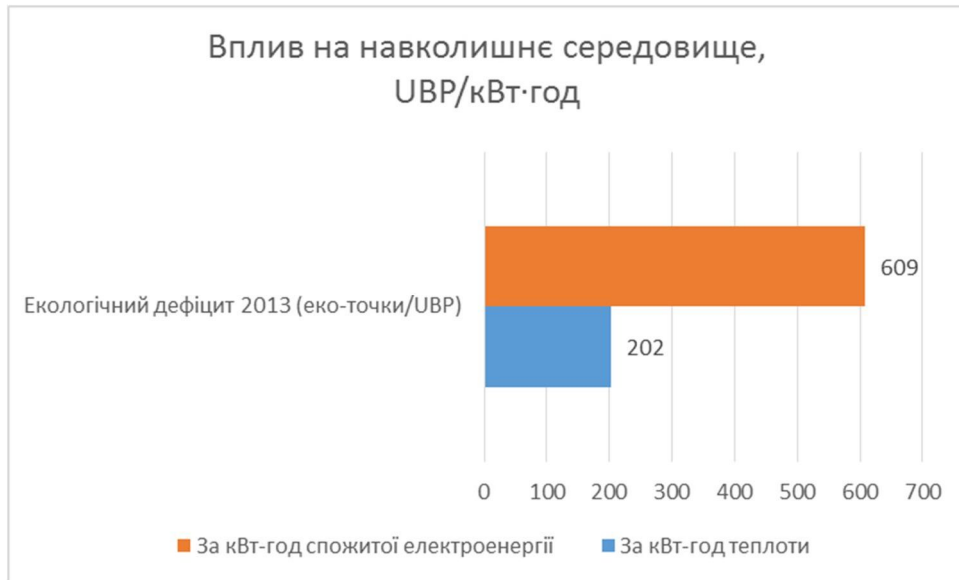


Рисунок 2.18 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

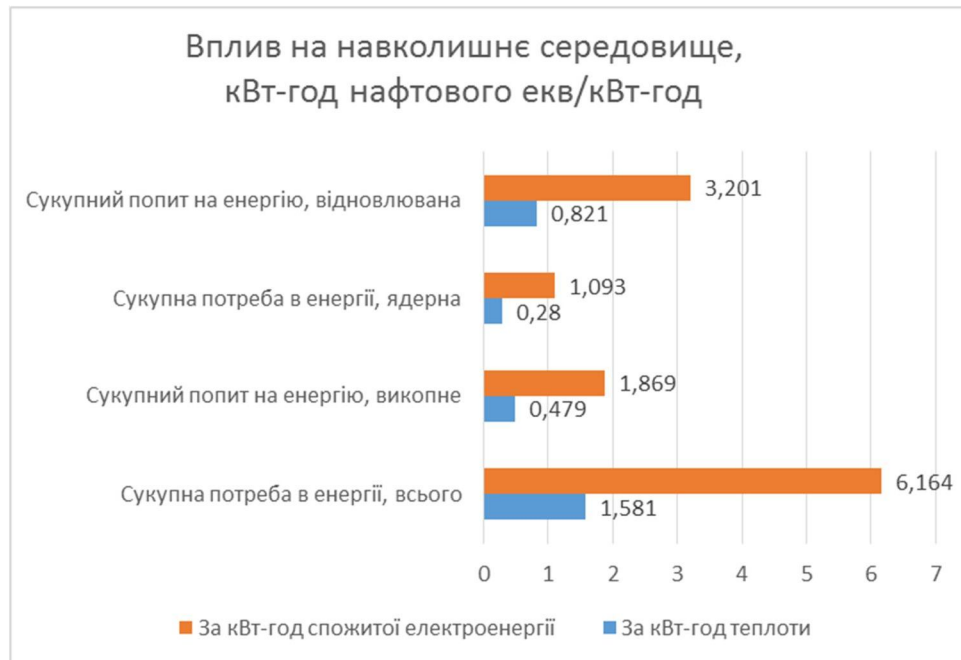


Рисунок 2.19 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

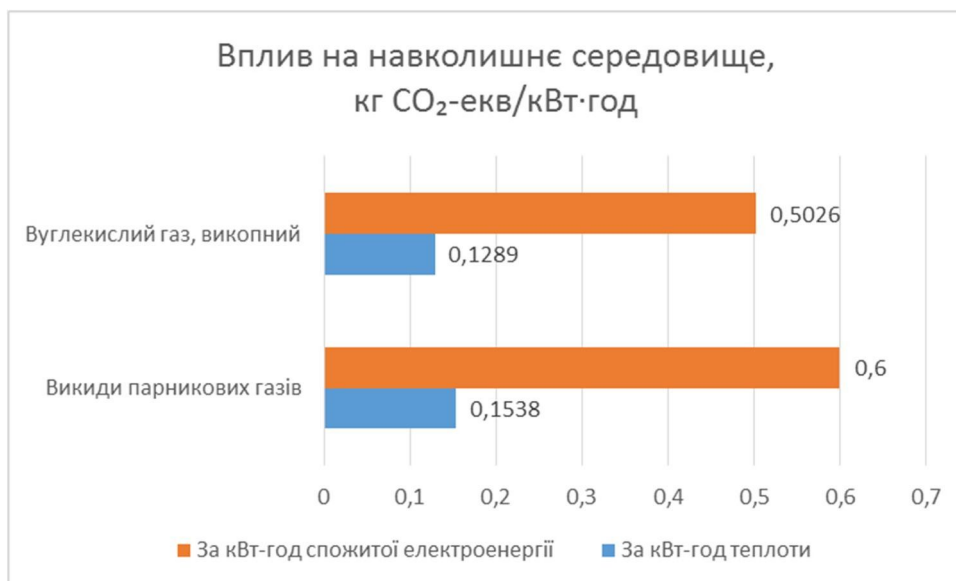


Рисунок 2.20 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

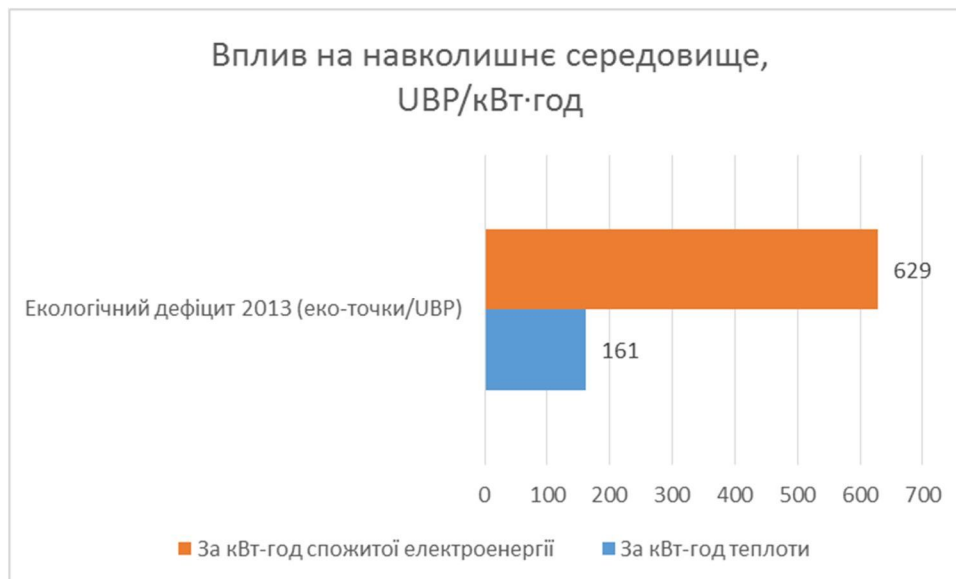


Рисунок 2.21 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

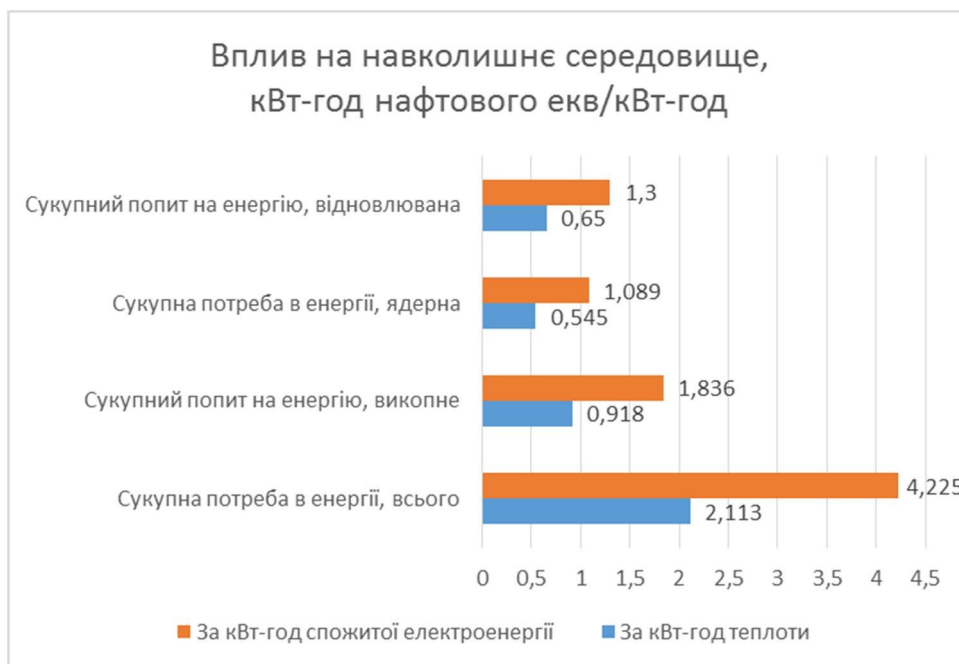


Рисунок 2.22 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

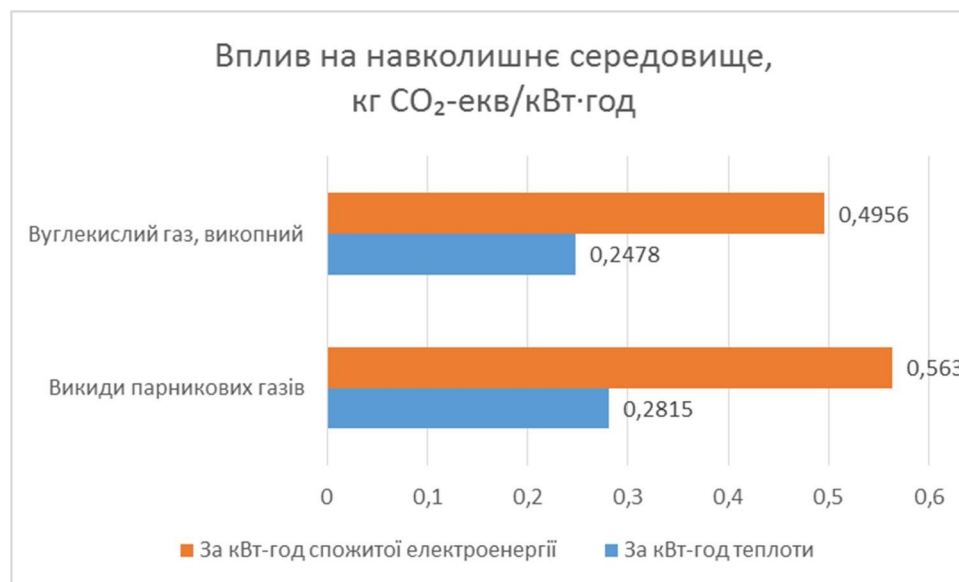


Рисунок 2.23 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

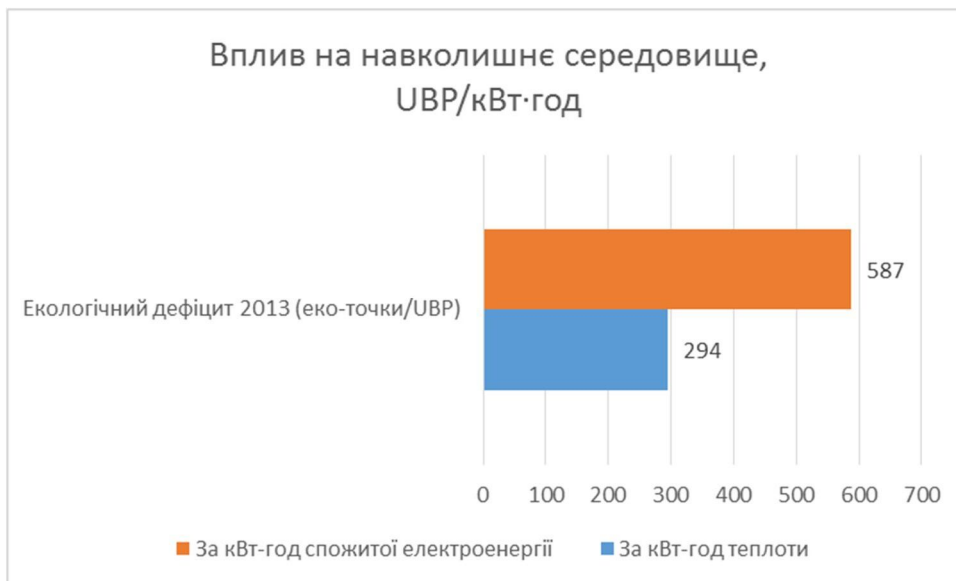


Рисунок 2.24 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

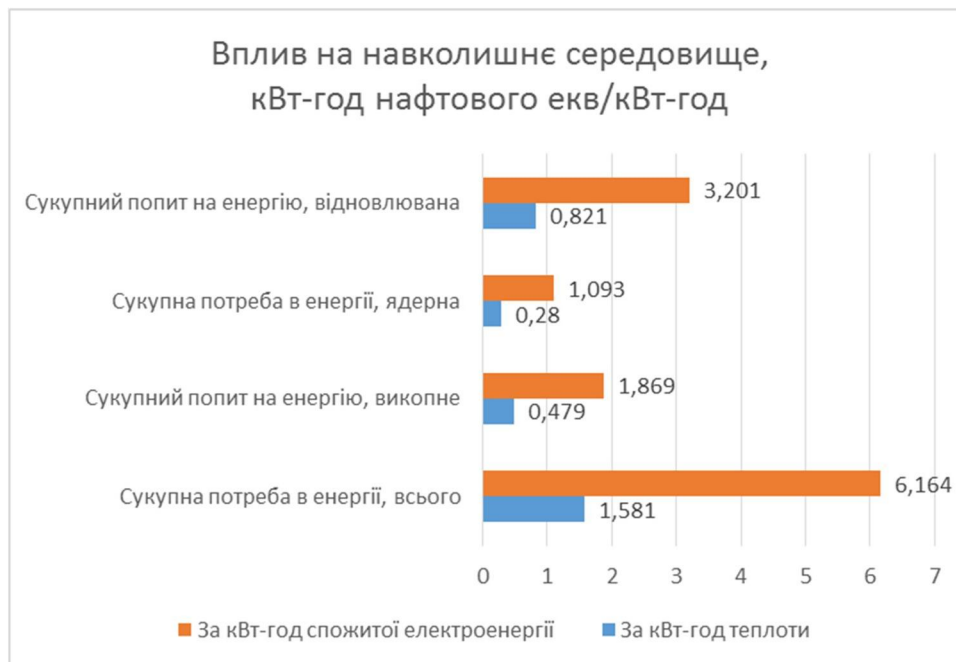


Рисунок 2.25 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

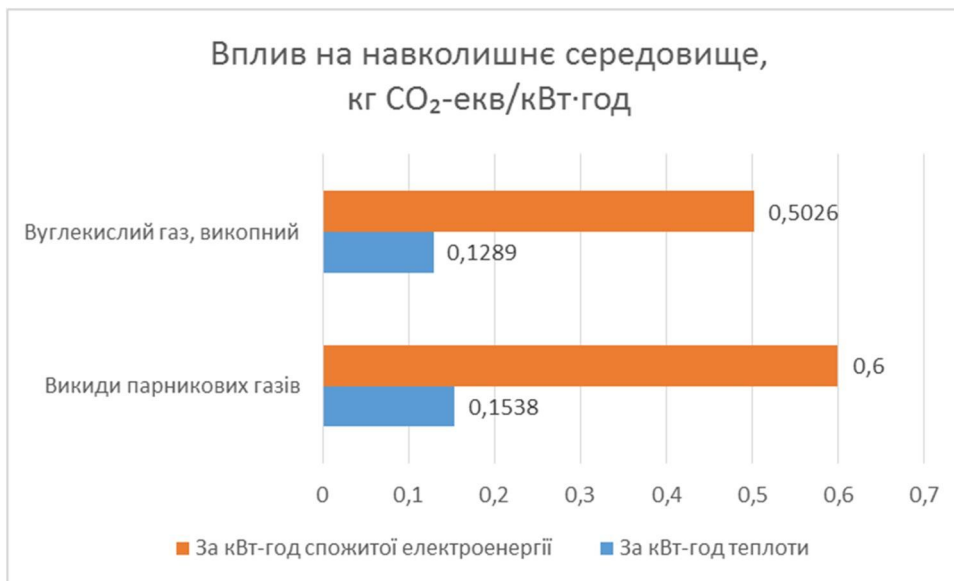


Рисунок 2.26 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

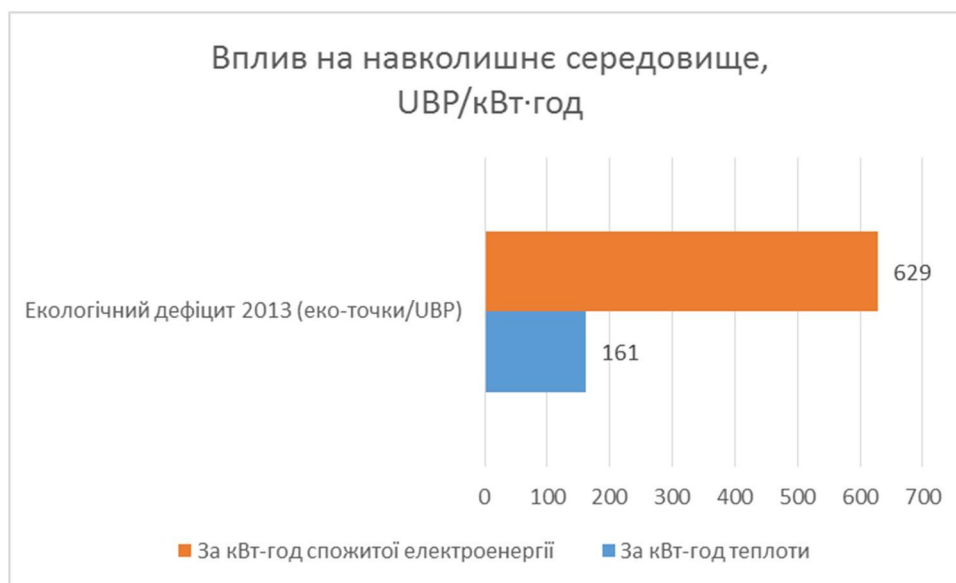


Рисунок 2.27 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «розсіл-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

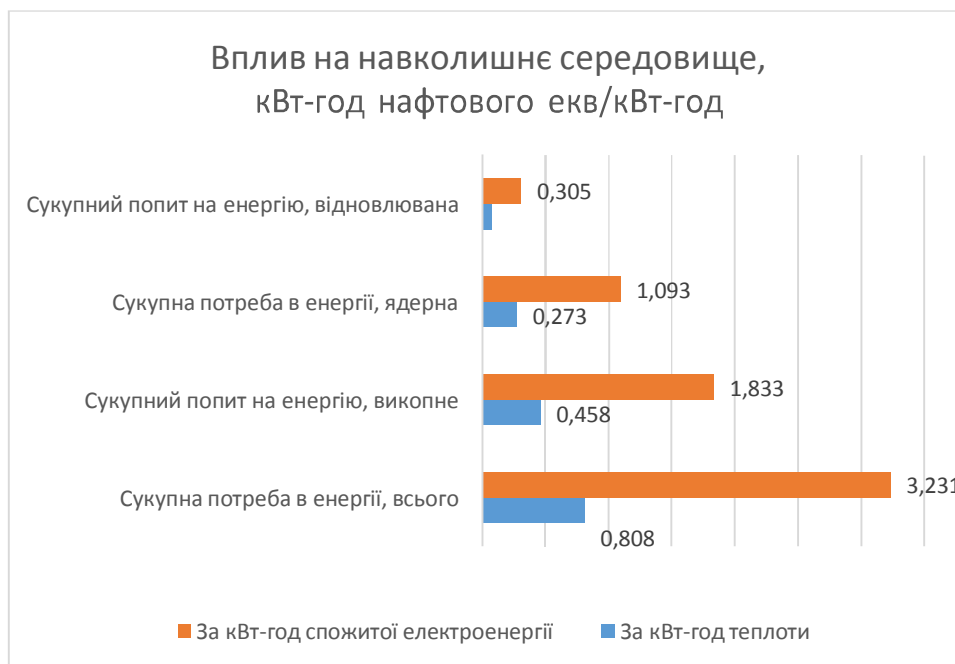


Рисунок 2.28 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

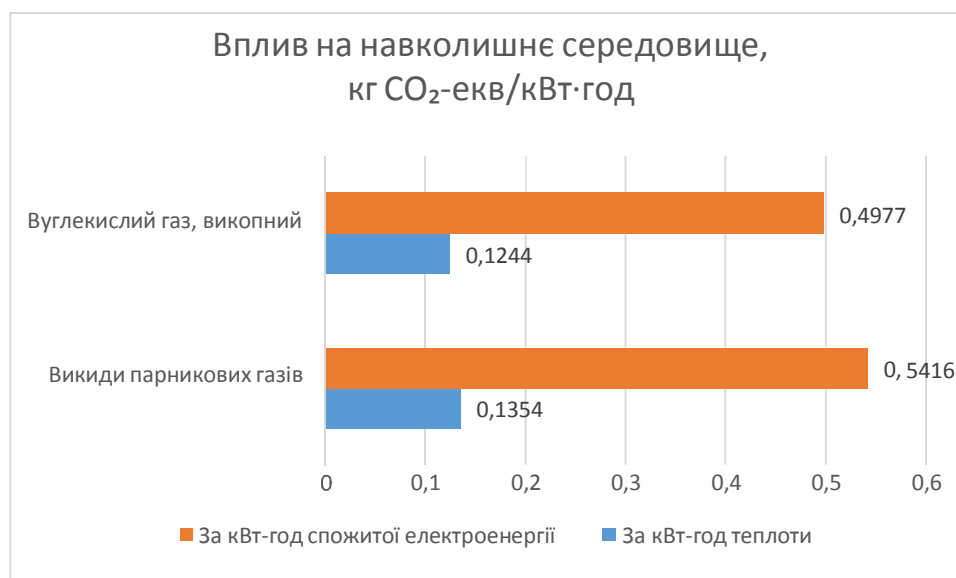


Рисунок 2.29 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

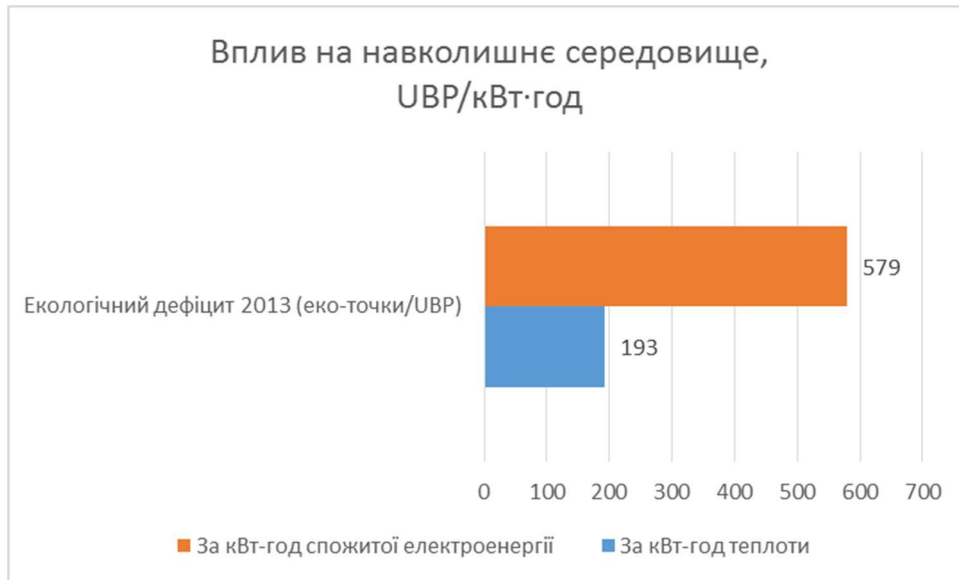


Рисунок 2.30 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

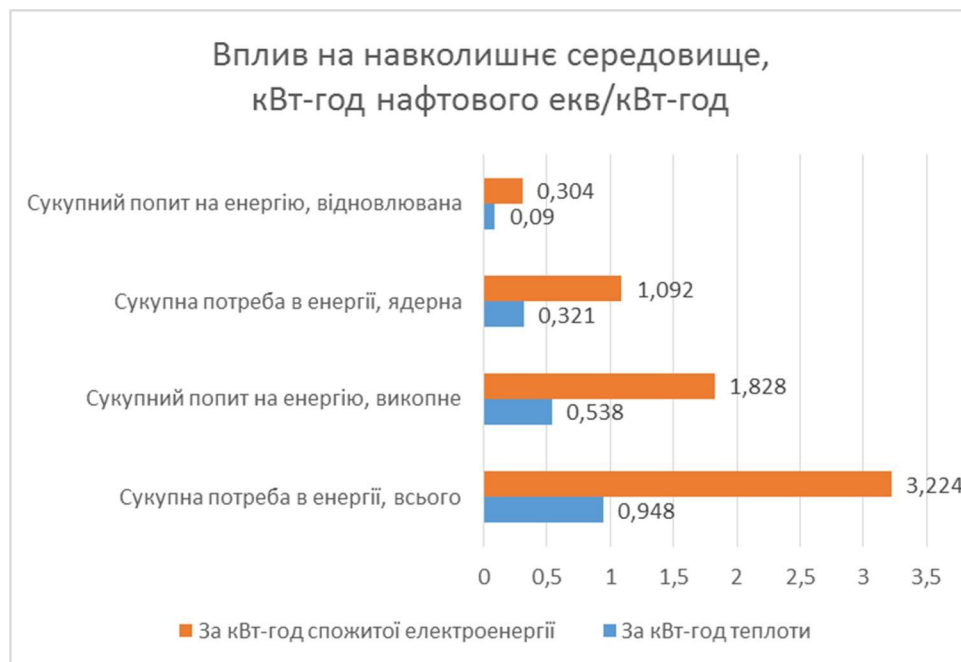


Рисунок 2.31 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

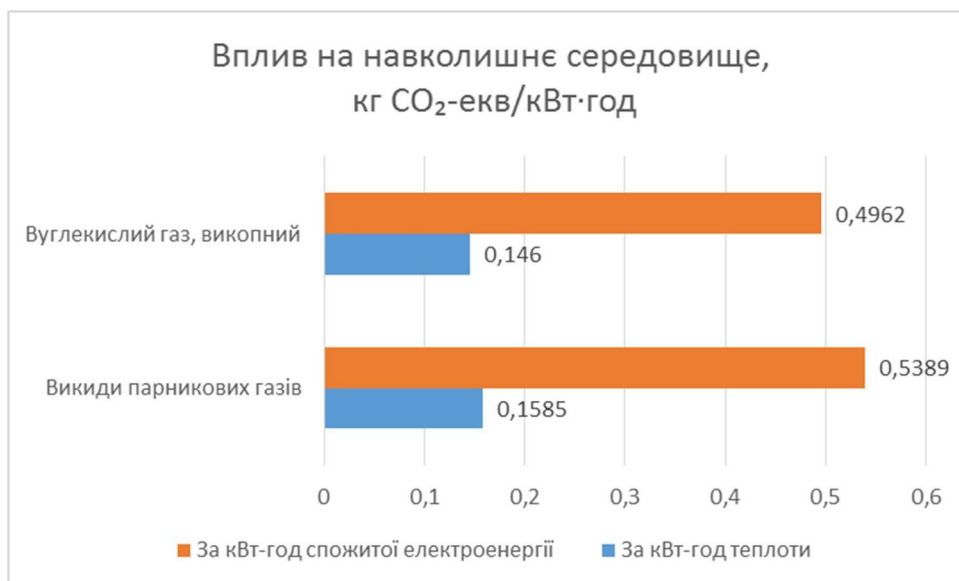


Рисунок 2.32 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

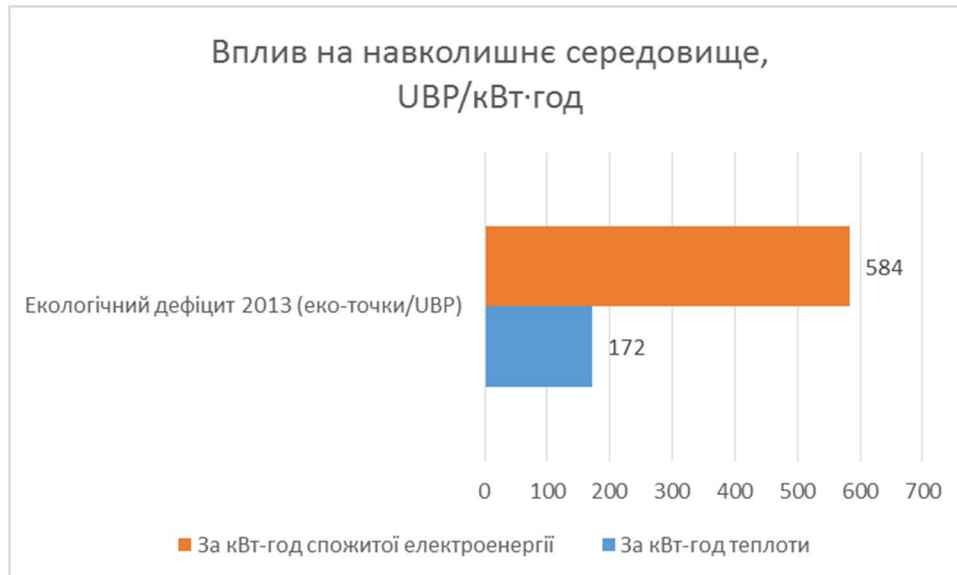


Рисунок 2.33 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

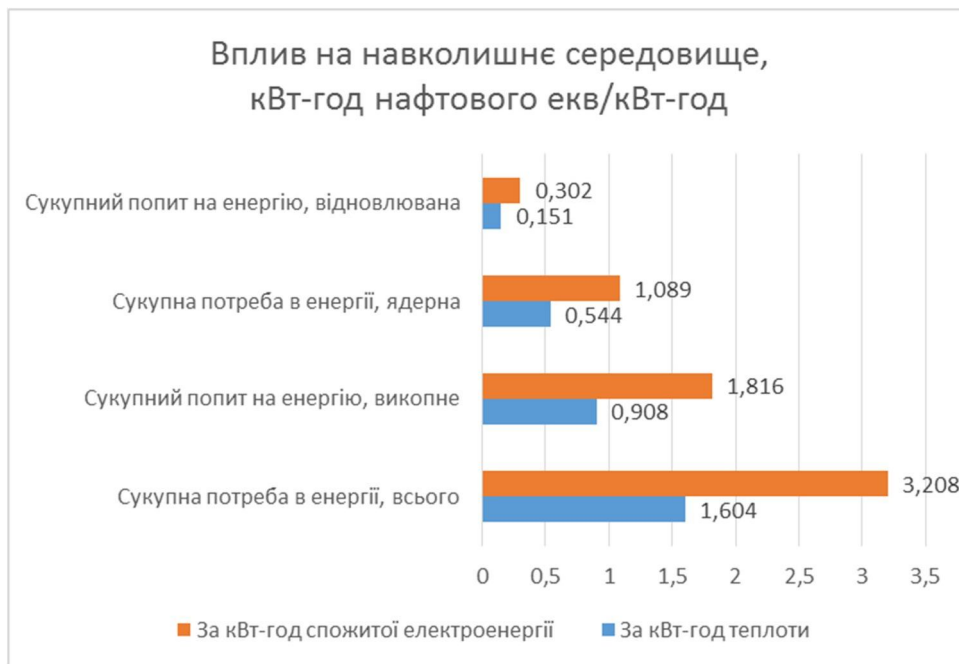


Рисунок 2.34 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

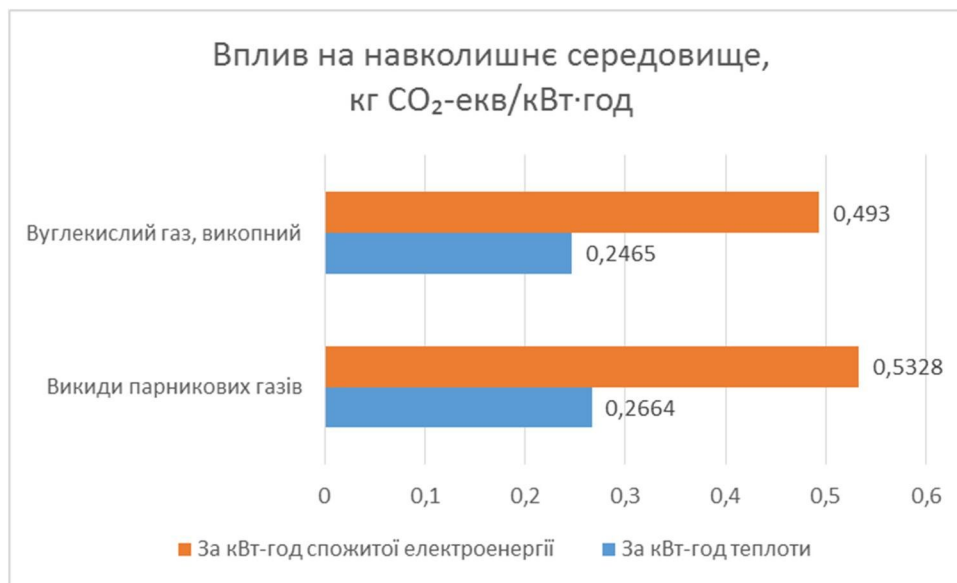


Рисунок 2.35 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі для значення загального коефіцієнта ефективності

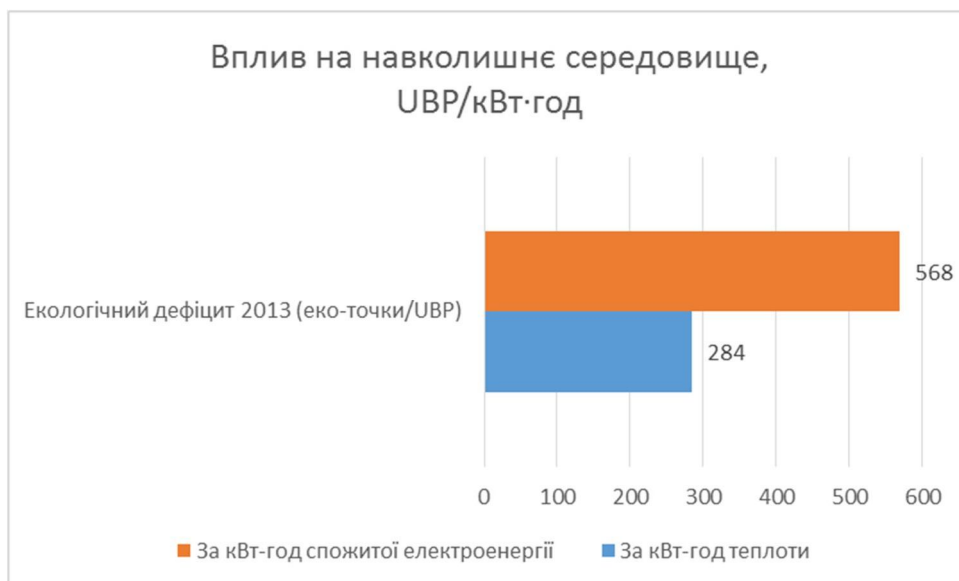


Рисунок 2.36 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

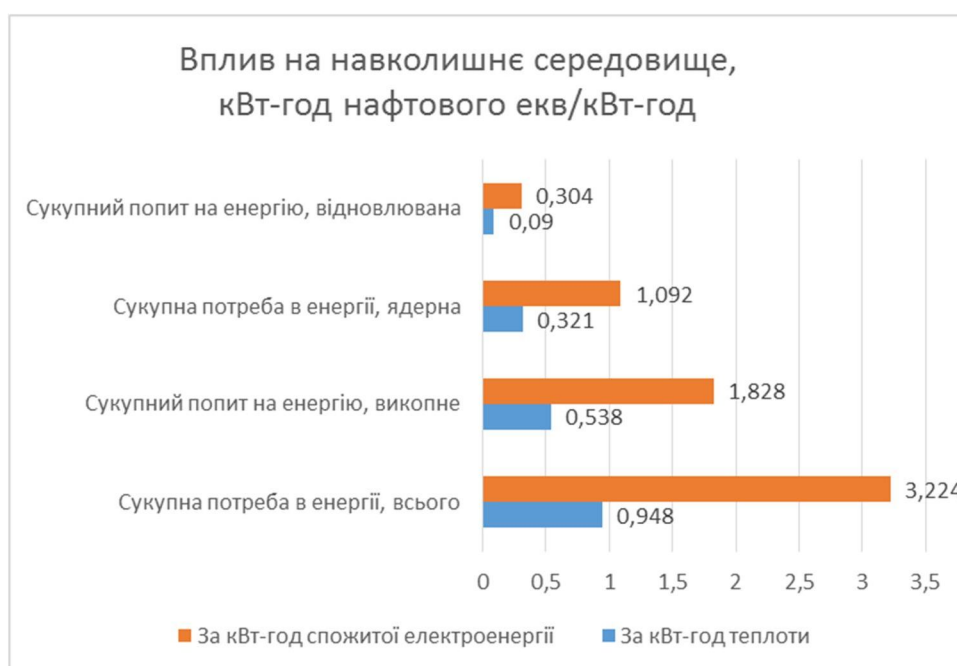


Рисунок 2.37 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

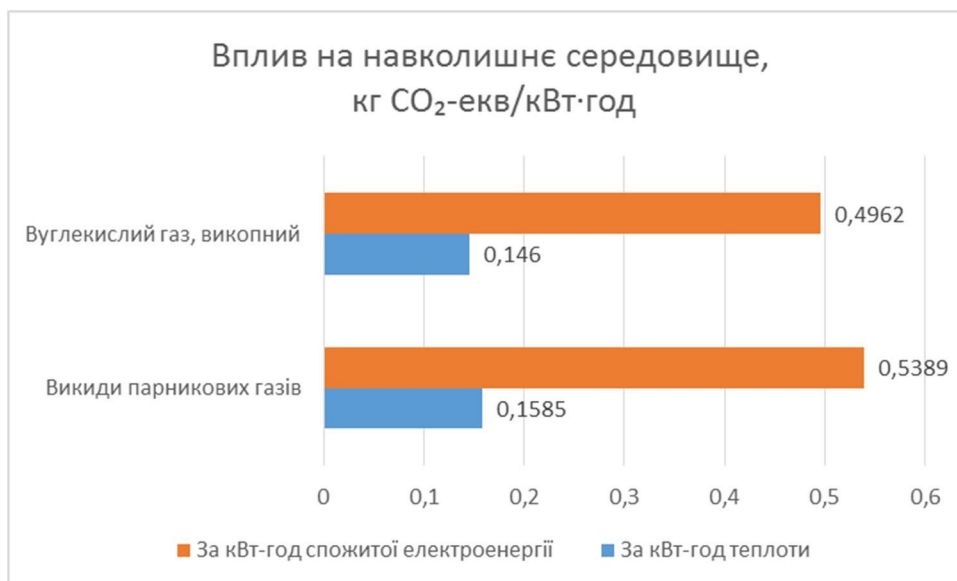


Рисунок 2.38 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

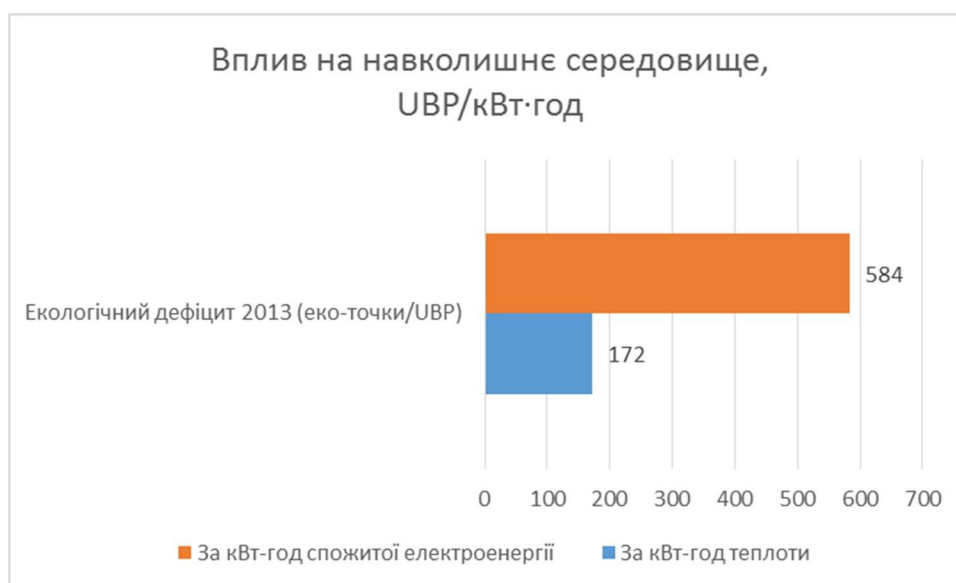


Рисунок 2.39 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «стічні води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

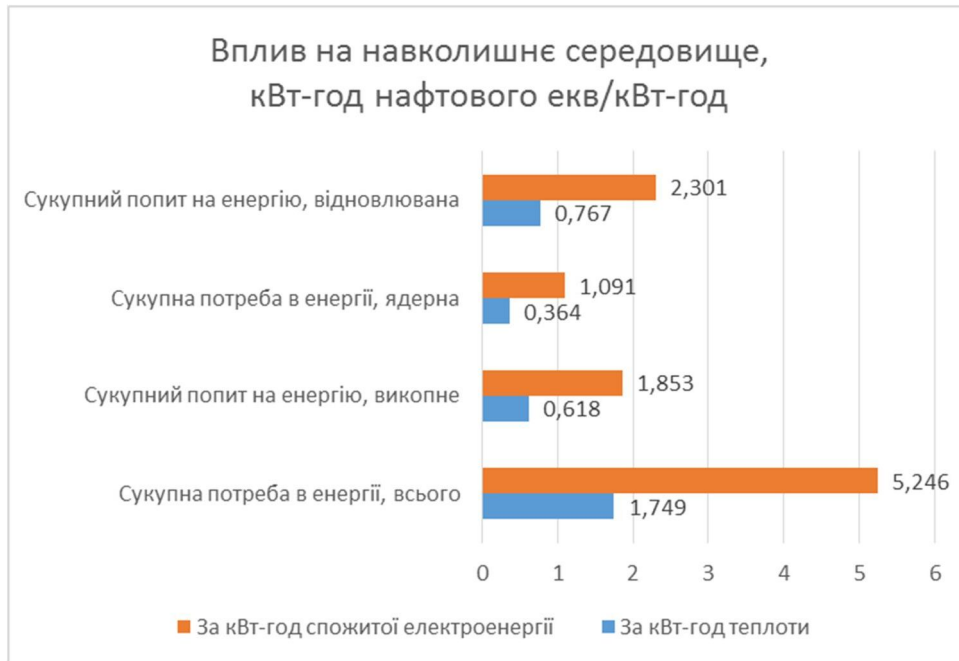


Рисунок 2.40 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтового води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

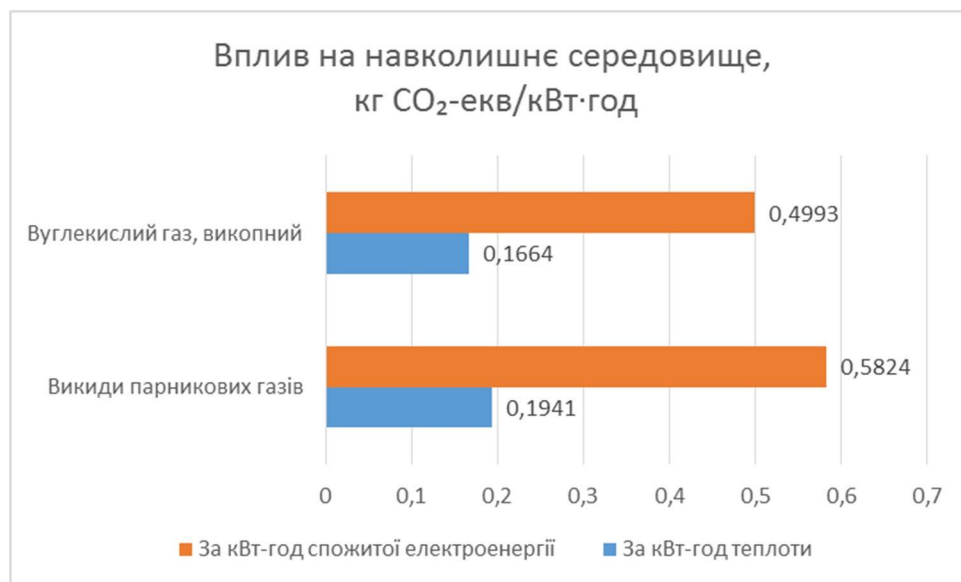


Рисунок 2.41 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтового води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

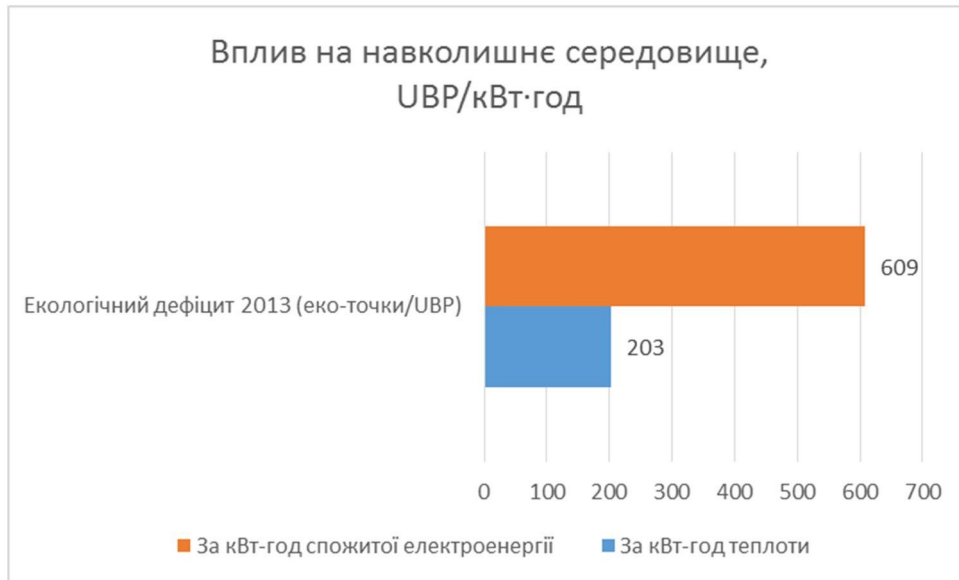


Рисунок 2.42 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтові води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 3

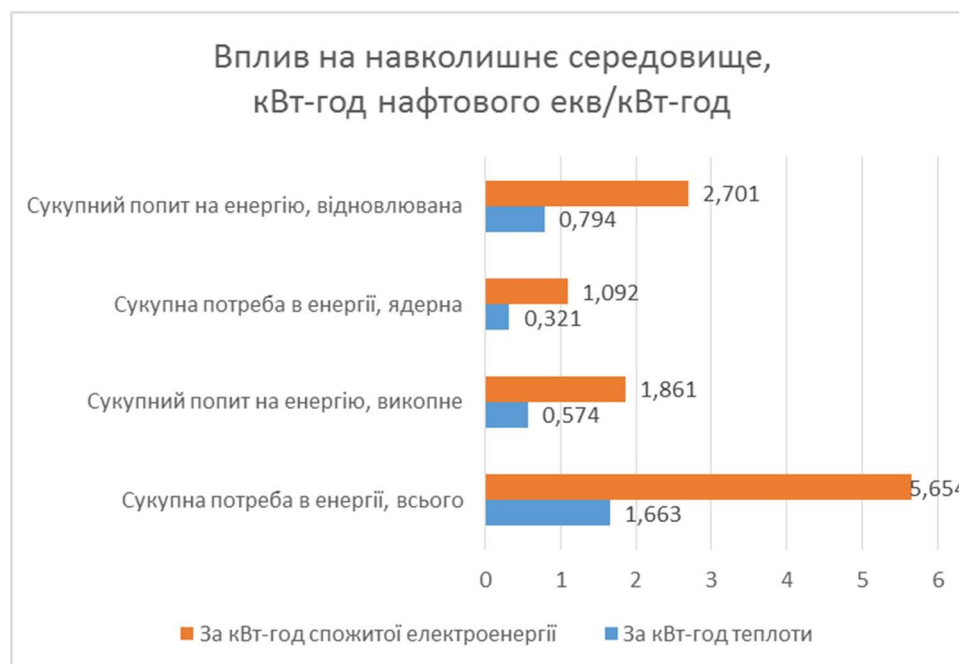


Рисунок 2.43 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтові води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

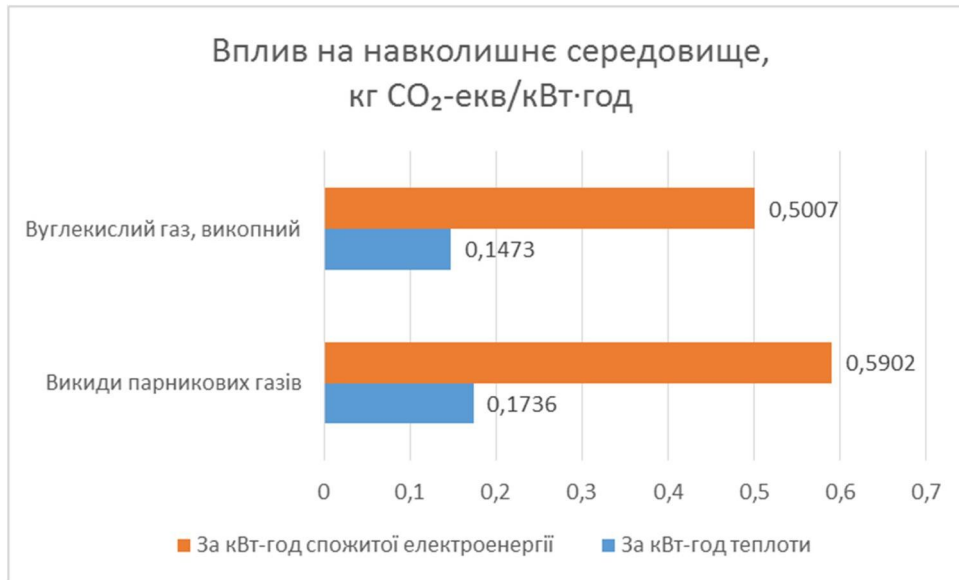


Рисунок 2.44 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтові води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

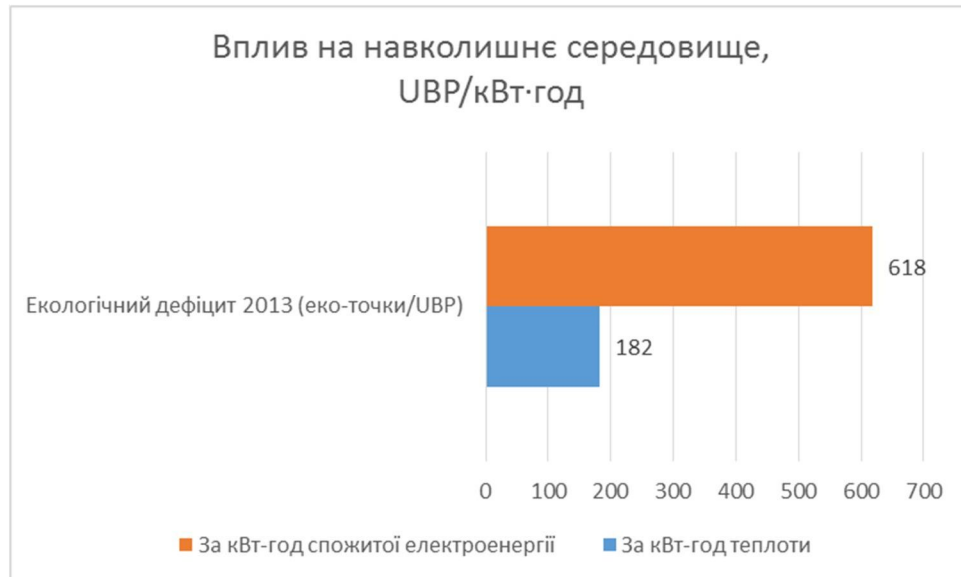


Рисунок 2.45 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтові води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 3

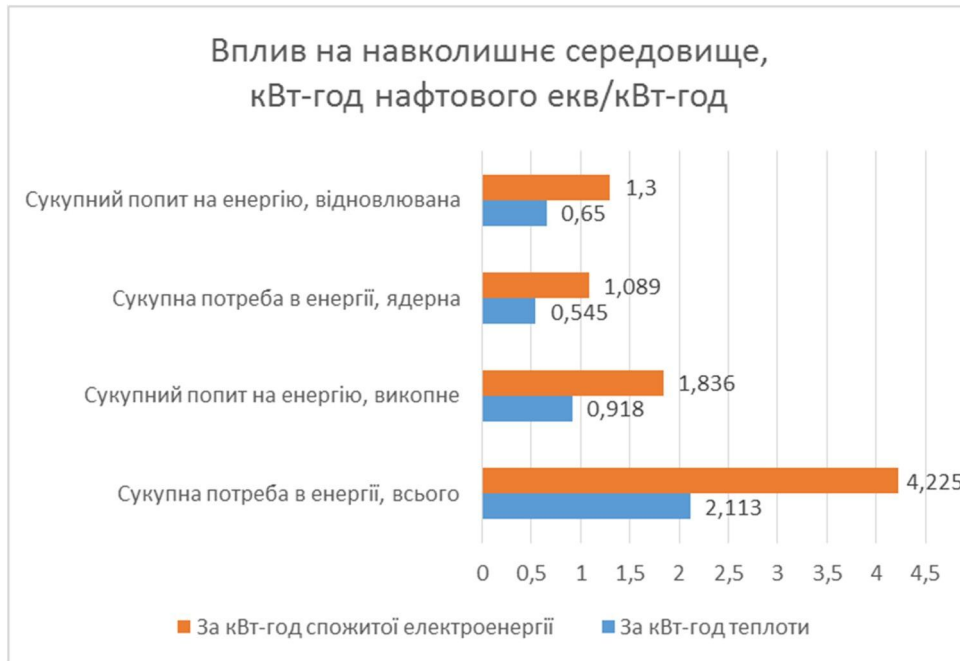


Рисунок 2.46 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтового води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

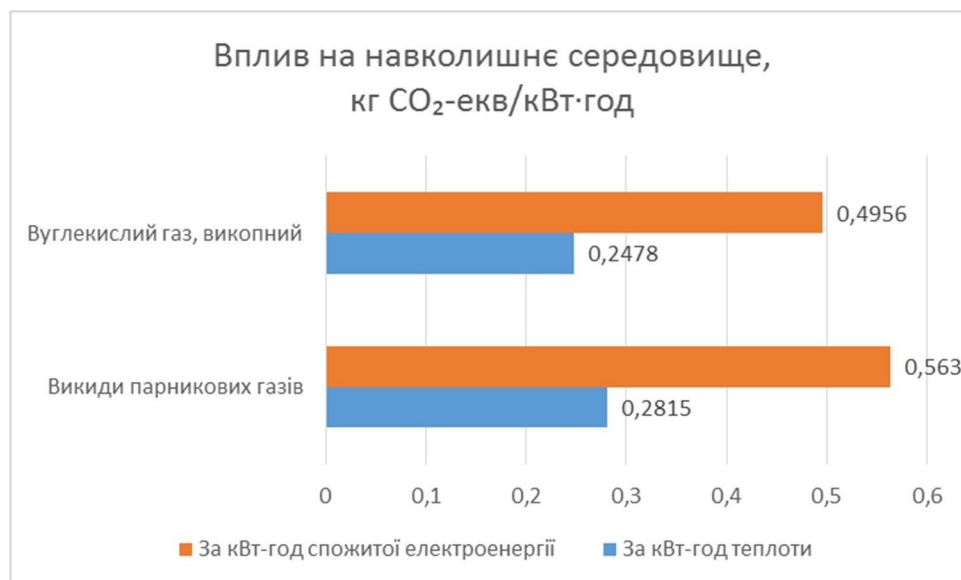


Рисунок 2.47 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтового води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

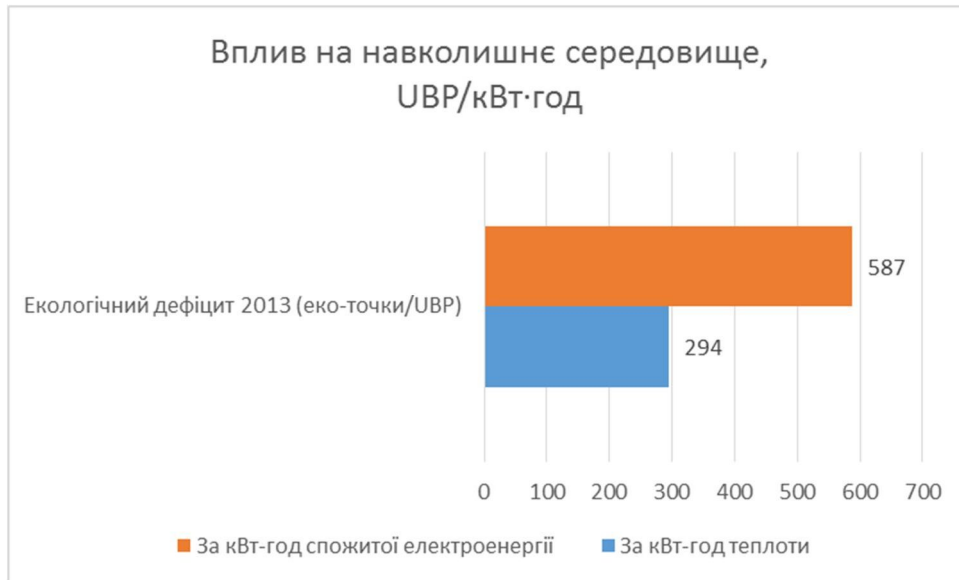


Рисунок 2.48 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтові води-вода» у разі значення загального коефіцієнта ефективності 2

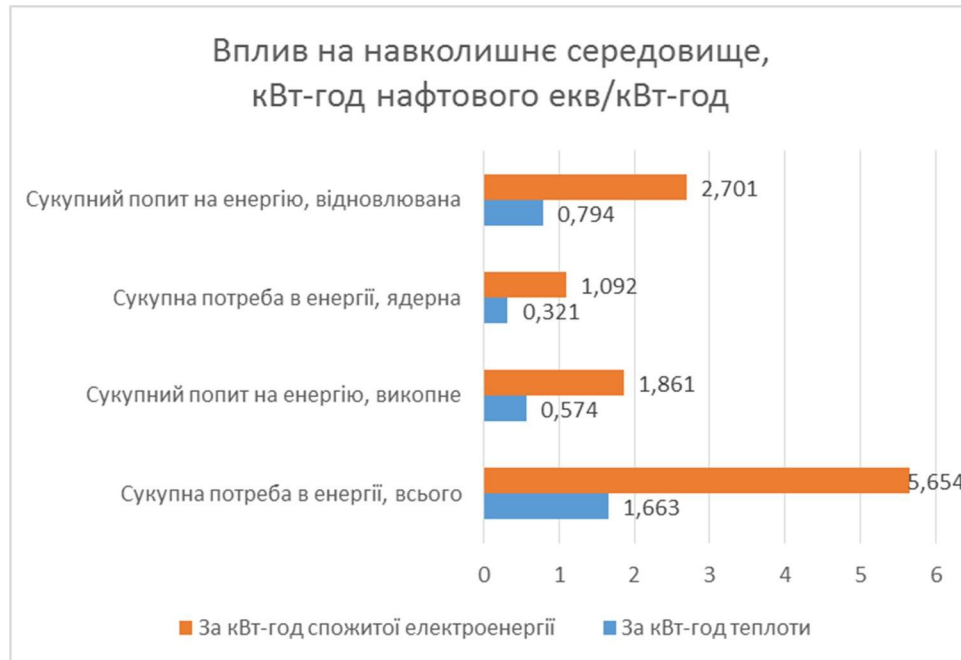


Рисунок 2.49 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтові води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

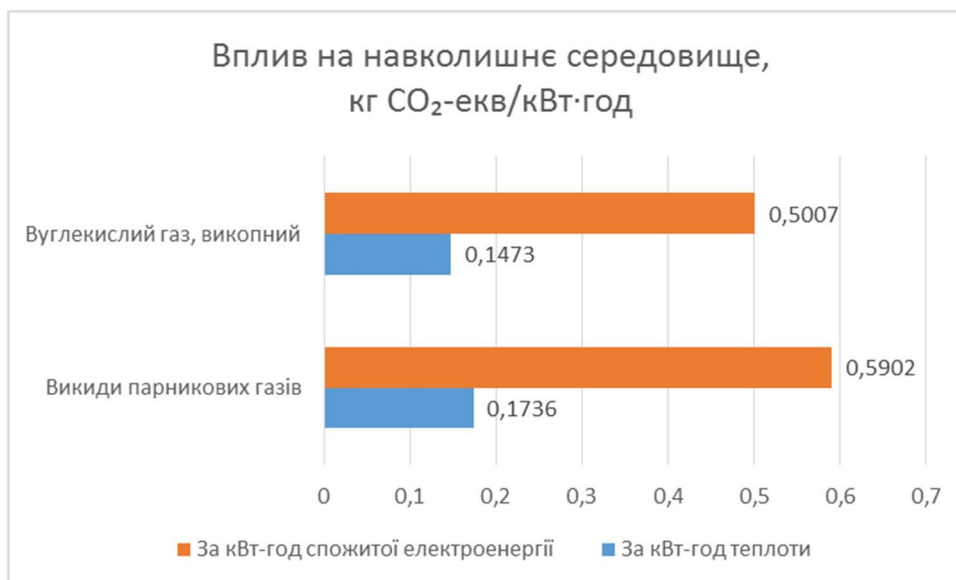


Рисунок 2.50 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтові води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

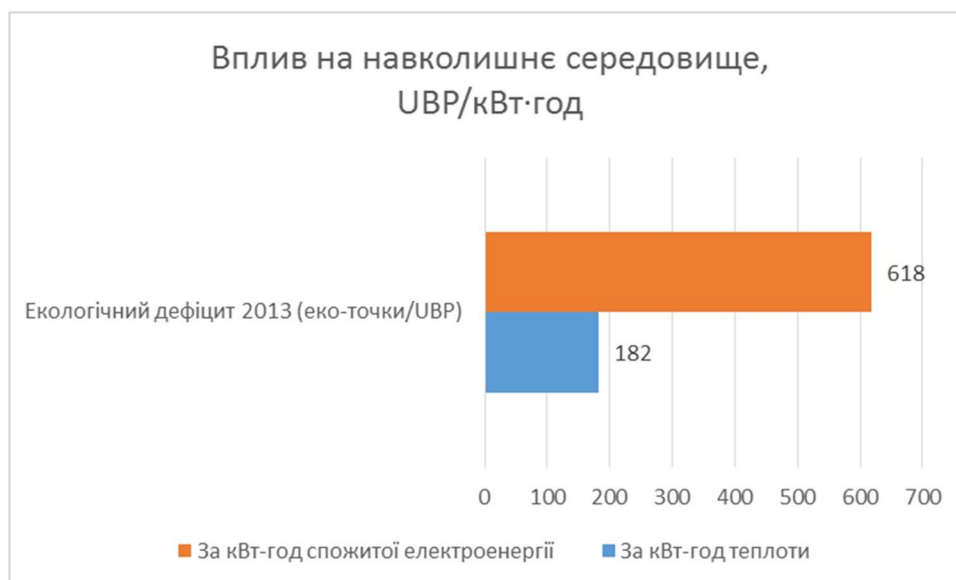


Рисунок 2.51 - Енергетичні та екологічні показники роботи теплового насоса типу «грунтові води-вода» у разі значення локального коефіцієнта ефективності 2

На основі аналізу показників з рис 2.4 -2.51 можна зробити висновок, що використання теплоти підземних вод в теплових насосах забезпечує достатню ефективність енергоперетворень та кращі екологічні показники порівняно з роботою котельні. За результатами досліджень визначено, що показники екологічної ефективності теплових насосів будуть підвищуватись зі збільшенням показника енергетичної ефективності.

На рис. 2.52 – 2.54 наведені показники роботи котельні на природному газі.

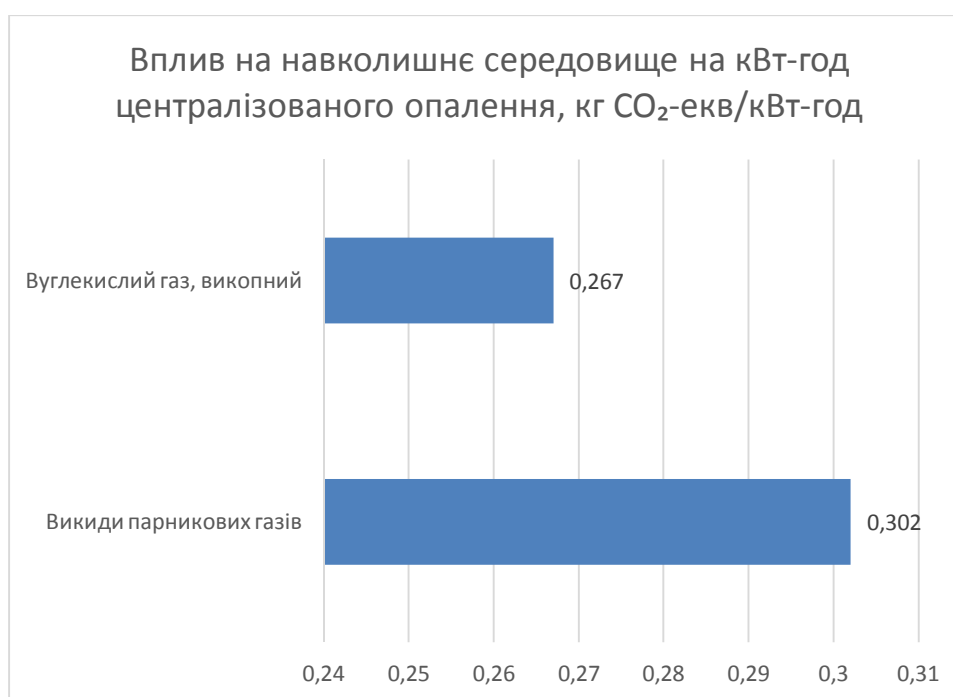


Рисунок 2.52 – Екологічні показники роботи котельні на природному газі

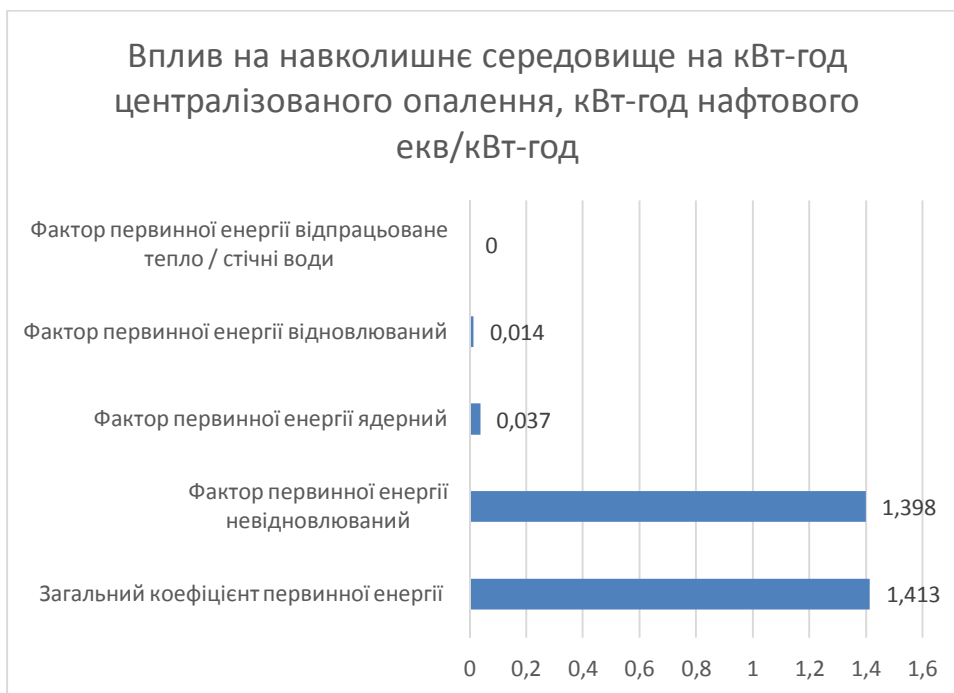


Рисунок 2.53 – Екологічні показники роботи котельні на природному газі

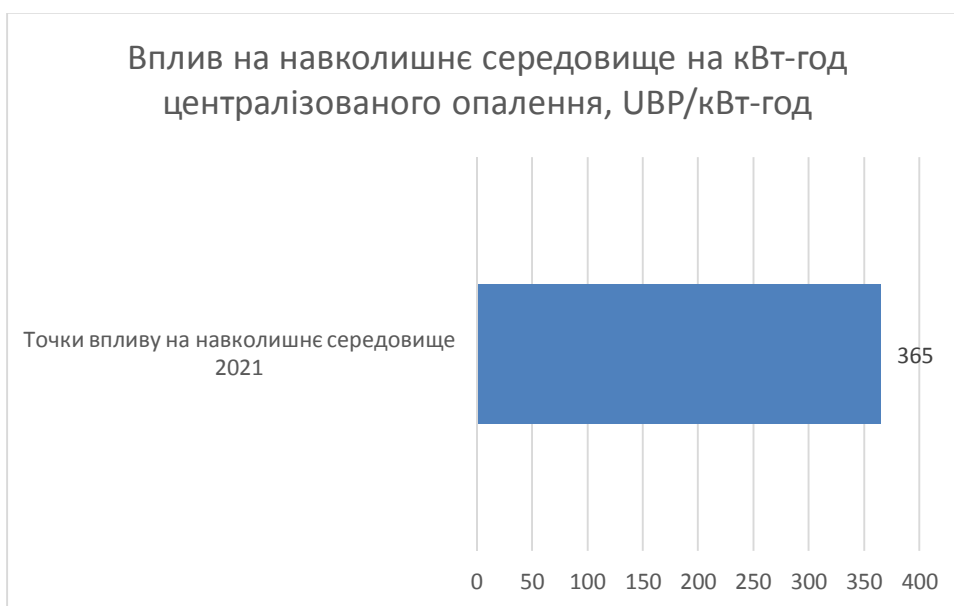


Рисунок 2.54 – Екологічні показники роботи котельні на природному газі

На рис. 2.55 – 2.57 наведені показники роботи теплового насоса на теплоті ґрунтових вод.

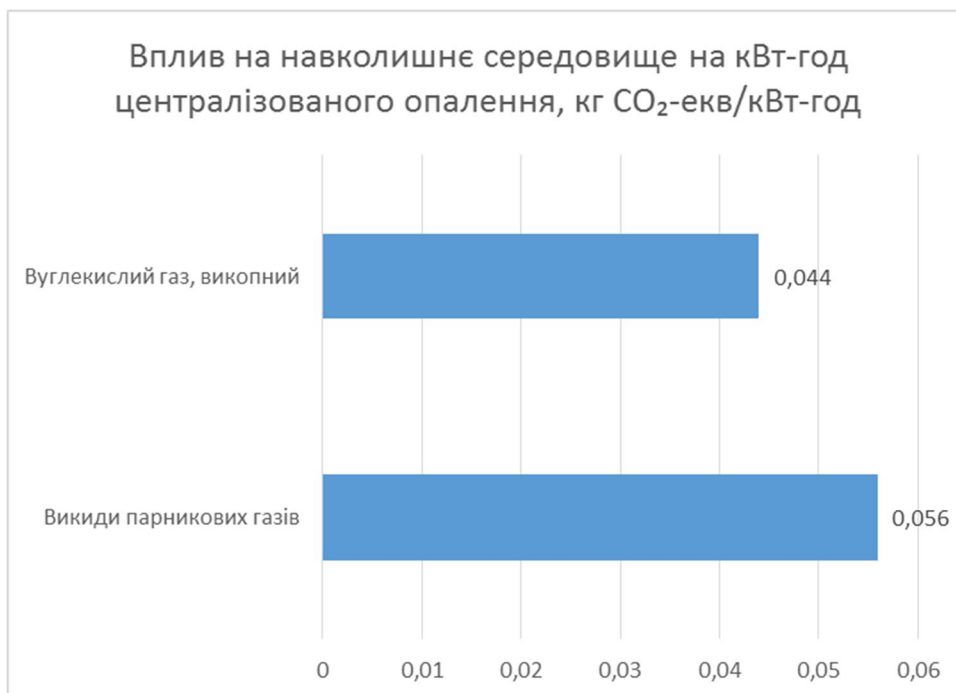


Рисунок 2.55 - Показники роботи теплового насоса на теплоті ґрунтових вод

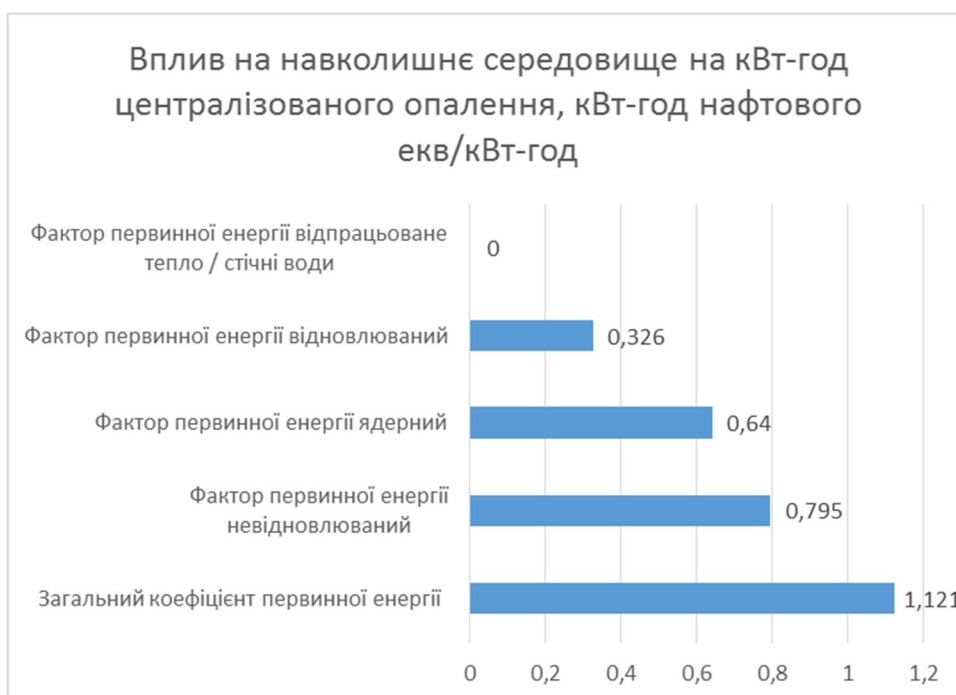


Рисунок 2.56 - Показники роботи теплового насоса на теплоті ґрунтових вод

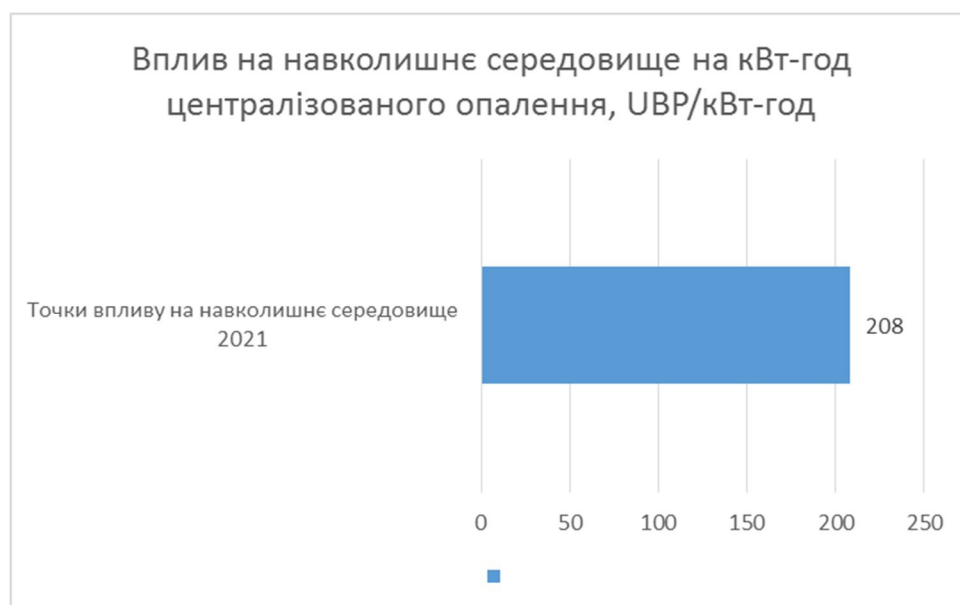


Рисунок 2.57 - Показники роботи теплового насосу на теплоті ґрунтових вод

На рис. 2.58 – 2.60 наведені показники роботи котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 80/20.

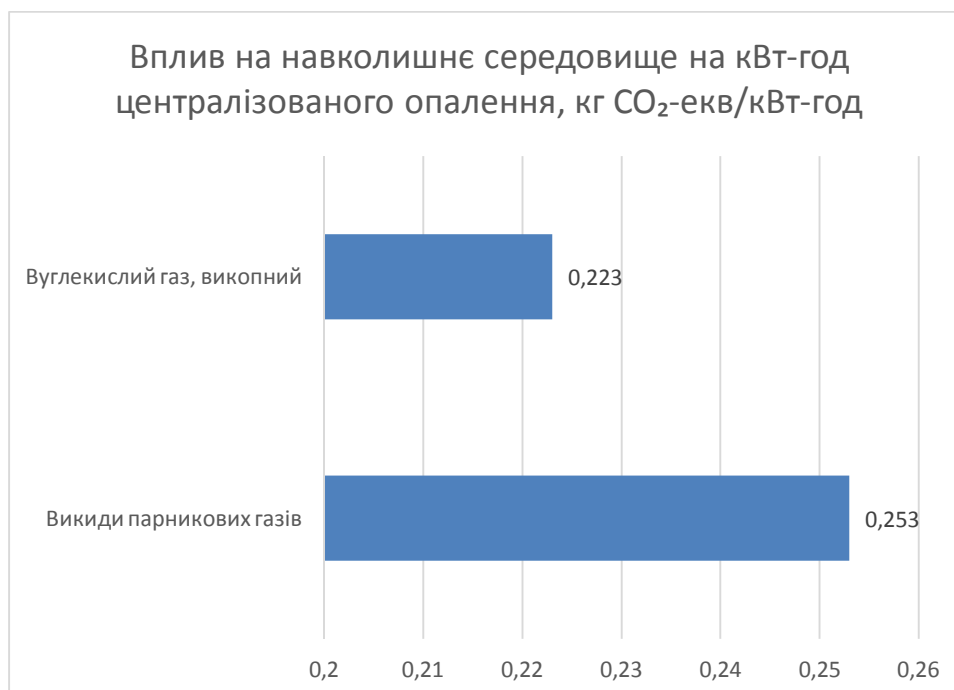


Рисунок 2.58 - Показники роботи котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 80/20

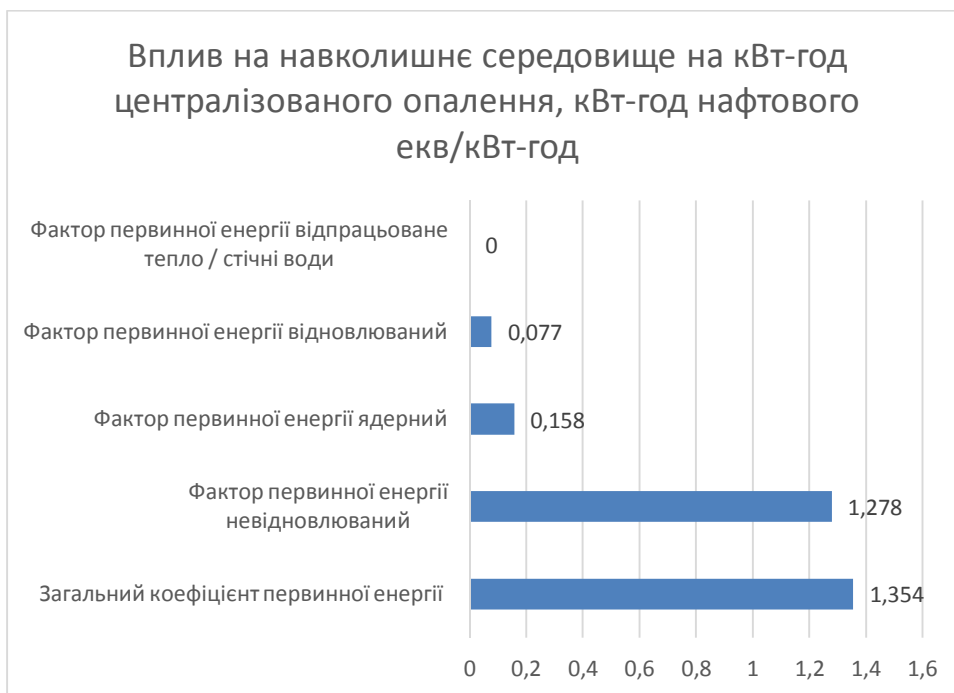


Рисунок 2.59 - Показники роботи котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 80/20

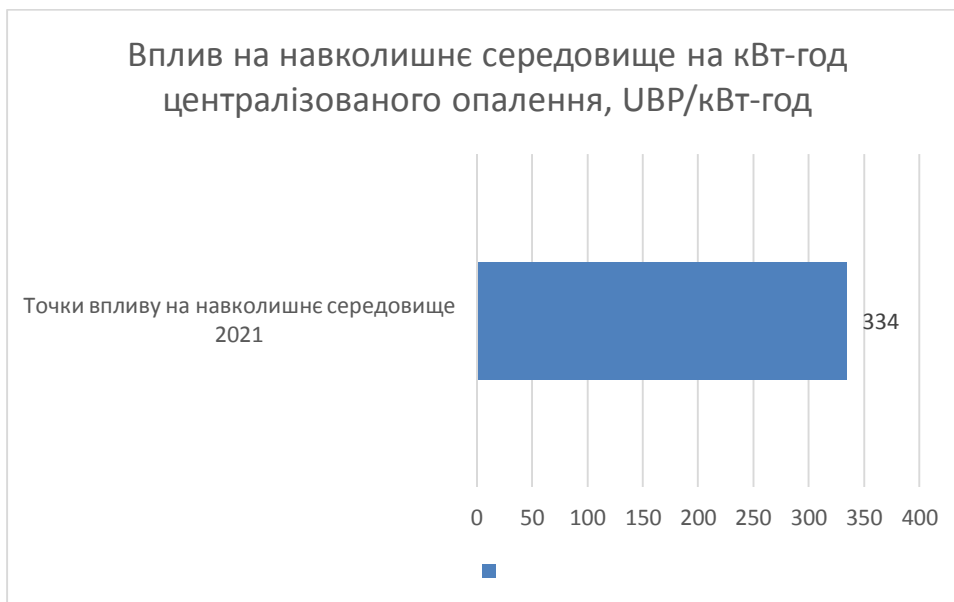


Рисунок 2.60 - Показники роботи котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 80/20

На рис. 2.61 – 2.63 наведені показники роботи котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 90/10.

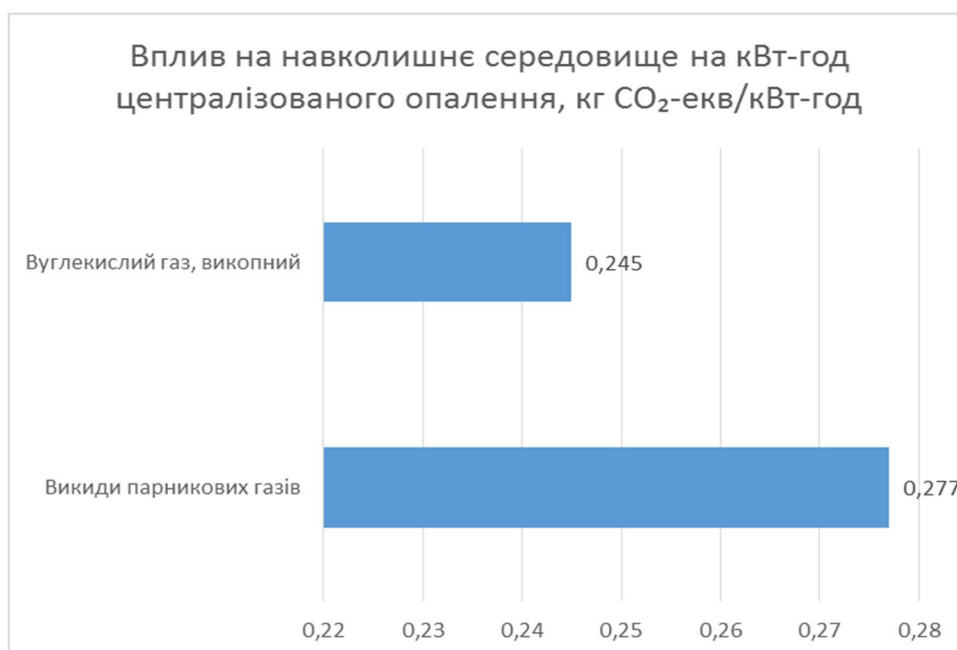


Рисунок 2.61 - Показники роботи котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 90/10

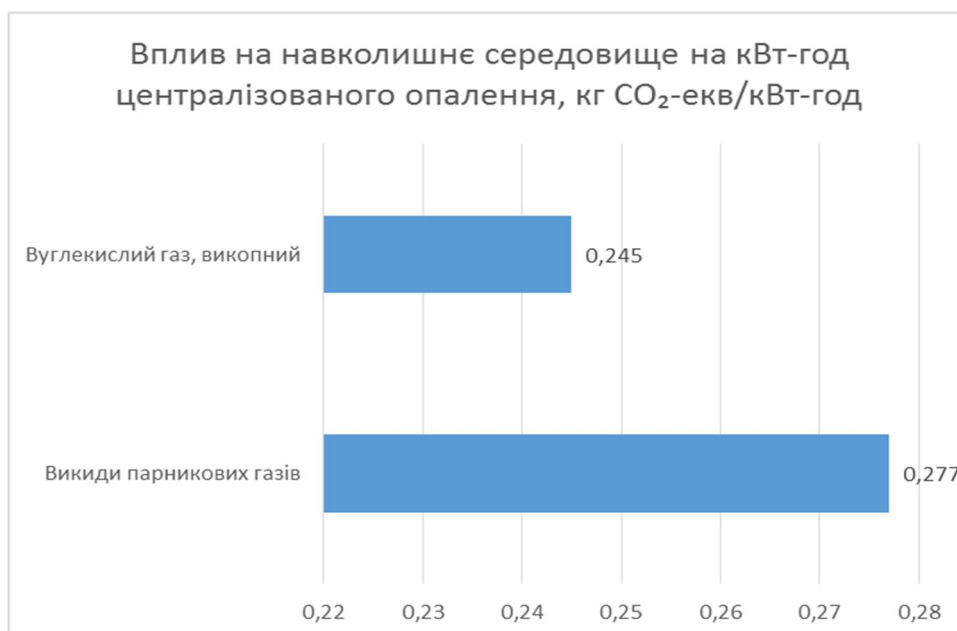


Рисунок 2.62 - Показники роботи котельні котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 90/10

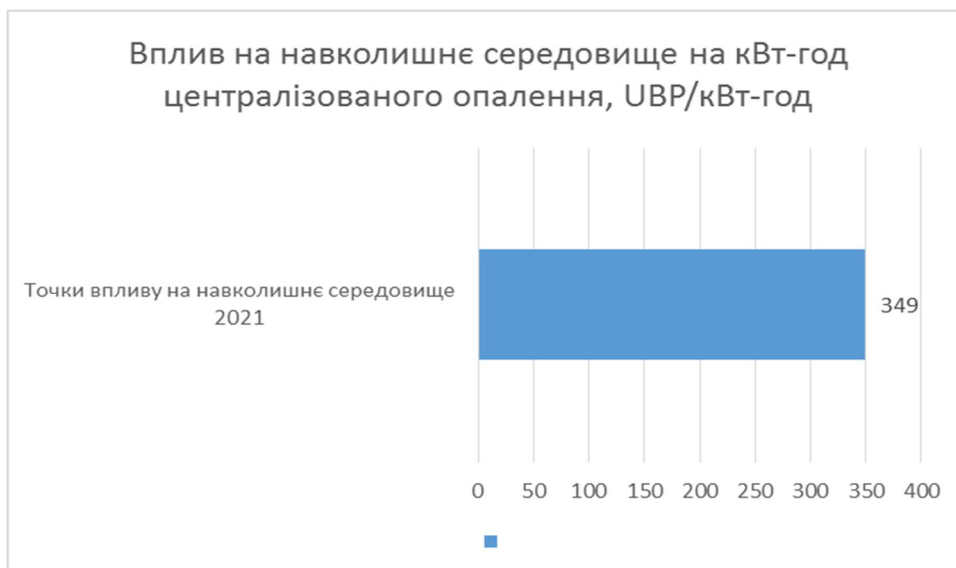


Рисунок 2.63 - Показники роботи котельні котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 90/10

На рис. 2.64 – 2.66 наведені показники роботи роботи котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 95/5.

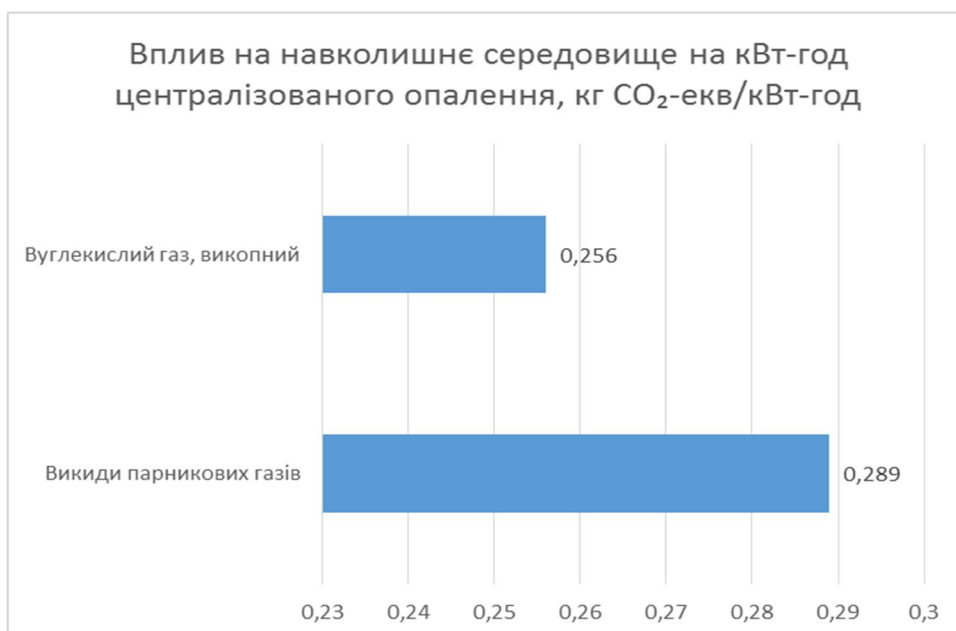


Рисунок 2.64 - Показники роботи котельні котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 95/5

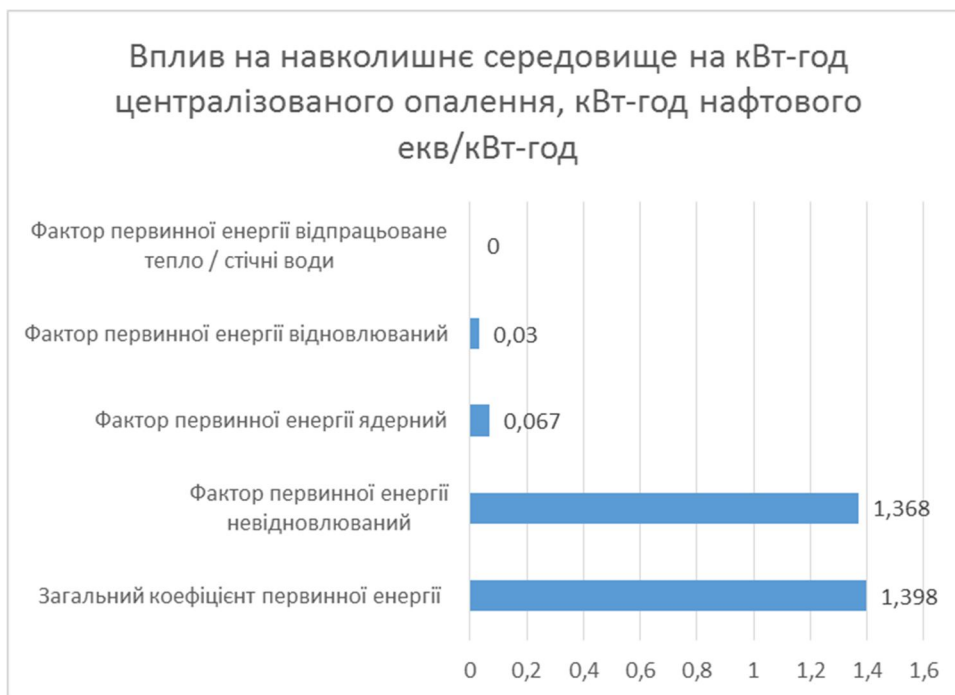


Рисунок 2.65 - Показники роботи котельні котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 95/5

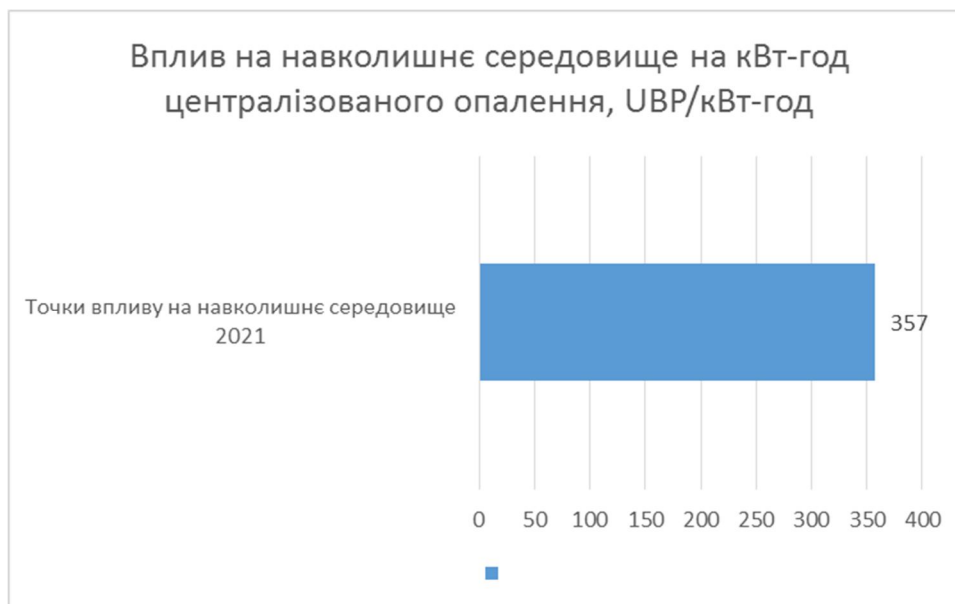


Рисунок 2.66- Показники роботи котельні котельні на природному газі та теплового насосу на підземних водах з розподілом теплового навантаження 95/5

За результатами аналізу показників базового та низки альтернативних варіантів теплової схеми промислово-опалювальної котельні з тепловим насосом на низькотемпературній теплоті різних джерел можна зробити висновок, що використання теплоти підземних вод в теплових насосах забезпечує достатню ефективність енергоперетворень та покращує екологічні показники порівняно з базовим варіантом.

За результатами проведених досліджень та оцінки одержаних наукових результатів в цьому розділі, визначено енергетичні та екологічні переваги застосування теплонасосних установок з використанням теплоти підземних вод для підвищення енергоефективності у тепловій схемі промислово-опалювальної котельні. Було обрано до проектування варіант модернізації теплової схеми промислово-опалювальної котельні заводу з теплонасосною установкою на теплоті підземних вод.

2.4 Висновки до розділу 2

В цьому розділі на основі результатів аналізу показників базового та низки альтернативних варіантів теплової схеми промислово-опалювальної котельні з тепловим насосом з використанням різних джерел теплоти можна зробити висновок, що використання теплоти підземних вод в теплових насосах забезпечує достатню ефективність енергоперетворень та покращує екологічні показники порівняно з базовим варіантом.

За результатами проведених досліджень та оцінки одержаних наукових результатів в цьому розділі, визначено енергетичні та екологічні переваги застосування теплонасосних установок з використанням теплоти підземних вод для підвищення енергоефективності у тепловій схемі промислово-опалювальної котельні. Було обрано до проектування варіант модернізації теплової схеми промислово-опалювальної котельні заводу з теплонасосною установкою на теплоті підземних вод.

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК

В магістерській кваліфікаційній роботі виконані необхідні розрахунки для розробки технології монтажу нового обладнання в тепловій схемі парової котельні, з використанням інформаційних джерел [20-35]. Детальні результати наведено у додатку В.

Передбачено встановлення теплового насосу марки OCHSNER з розрахунковою теплопродуктивністю 520 кВт та двигуна внутрішнього згоряння ДвГА 400 потужністю 400 кВт. Також передбачено встановлення двох насосів фірми GLONG (марка GHE-75-80) з подачею 80 м³ /год, напором 13 м вод. ст., ККД 70%, з потужністю електродвигуна 5 кВт, та насоса марки GHE-55-80 з подачею 35 м³ /год, напором 15 м вод. ст., ККД 70%, з потужністю електродвигуна 3 кВт.

Вибрано допоміжне обладнання для монтажу теплового насосу OCHSNER та двигуна внутрішнього згоряння ДвГА 400 та визначено затрати паливних та енергетичних ресурсів. На основі розрахунків визначено, що маса обладнання, основних та допоміжних матеріалів і обладнання для монтажу системи паливопостачання складає 29300 кг. Витрата електроенергії на роботу допоміжного обладнання дорівнює 9187,774 кВт·год.

Розроблені календарний графік монтажу системи, графік руху робітників, графік руху машин та механізмів. Визначено загальну трудомісткість яка становить 23,28 люд·дні. Тривалість встановлення обладнання дорівнює 18,53 днів.

4 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ПАРОВОЇ КОТЕЛЬНІ

В МКР розроблено принципи роботи системи автоматичного регулювання (САР) промислово-опалювальної парової котельні з використанням літературних джерел [36-45], опис та технічна характеристика САР наведені в додатку Г.

В результаті виконання МКР було проведено розробку функціональної схеми автоматизації парової котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ «Яблуневий Дар».

Розроблені системи автоматичного регулювання потужності парового котла, САР рівня води в барабані, САР співвідношення палива і повітря, САР тиску в деаераторі, САР підживлення. Окрім цього було розроблено технологічні захисти при: відключенні електроенергії, при погасанні факела, а також при зміні тиску повітря.

Розроблена функціональна схема автоматизації парової котельні, нанесені відповідні позначення. Підібрані основні регулятори та вимірювальні пристрої, які будуть здійснювати процеси регулювання в схемі.

Виконано розрахунок клапану подачі підживлювальної води.

5 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

5.1 Кошторисні документи

Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до КНУ Настанова з визначення вартості будівництва. (від 01.11.2021 зі змінами).

Кошторисна документація складена за допомогою програмного комплексу АВК.

Локальний кошторис на влаштування внутрішніх санітарно-технічних робіт наведений в Додатку Д. Вартість робіт становить 584,535 тис. грн.

Локальний кошторис на придбання теплообмінників наведений в таблиці Д.2. Вартість робіт становить 235,859 тис. грн.

Об'єктний кошторис представлений таблиці Д.3. Кошторисна вартість робіт становить 820,394 тис. грн.

5.2 Загальні техніко-економічні показники

Кошторисна вартість монтажу системи є основним показником та визначається відповідно діючим нормам із врахуванням встановлених надбавок на накладні витрати та планові накопичення. Визначені основні техніко-економічні показники наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

Показник	Одиниця виміру	Значення
Кошторисна вартість робіт	тис. грн	820,394
Загальна кошторисна трудомісткість	люд-год	1329
Середній розряд робіт	розряд	3,9
Загальна довжина трубопроводів	м	50,655
Вартість матеріалів	тис.грн	675,165
Загальна кошторисна зарплата	тис. грн	103,490

5.3 Висновки до розділу 5

Складена кошторисна документація: локальні кошториси, об'єктний кошторис за допомогою кошторисної програми АВК. Загальна кошторисна вартість проведення робіт, з урахуванням вартості матеріалів, становить 820,394 тис. грн.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської дипломної роботи розроблені заходи з охорони праці та цивільного захисту під час виконання робіт з влаштування системи опалення та вентиляції для підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків товариства з обмеженою відповідальністю «Яблуневий Дар». На будівельно-монтажний персонал, який здійснює монтажні та налагоджувальні роботи з монтажу цієї системи, впливають такі шкідливі виробничі фактори [46, 47]:

фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря); виробничий шум, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

хімічні фактори: речовини хімічного походження, в основному аерозолі фіброгенної дії (нетоксичний пил, оксид вуглецю);

фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд (прокладання трубопроводів, монтаж сантехнічного, опалювального, вентиляційного та газового обладнання), з метою запобігання впливу на працівників цих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, потрібно дотримуватися вимог [48], а саме:

під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані

вентиляцією, засобами пожежогасіння;

додержанням заходів безпеки під час виконання робіт у траншеях і колодязях;

додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів.

Заготівлю та припасування труб необхідно виконувати в заготівельних майстернях. Виконання цих робіт на риштуваннях, призначених для монтажу трубопроводів, забороняється.

Ліквідацію недоліків, виявлених під час випробувань змонтованої системи і обладнання, необхідно виконувати на підставі розроблених і затверджених замовником і генеральним підрядником разом із субпідрядними організаціями заходів щодо безпеки виконання цих робіт. Встановлення та зняття перемичок (зв'язків) між змонтованим і діючим устаткуванням, а також підключення тимчасових установок до діючих систем (електричних, парових, технічних тощо) без письмового дозволу генерального підрядника і замовника не допускається.

Монтаж трубопроводів і повітроводів на естакадах необхідно виконувати з інвентарного риштування, обладнаного сходами для піднімання і спускання працівників. Піднімання і спускання конструкціями естакад не допускається. Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення. Опускати труби у закріплену траншею необхідно так, щоб не порушувати кріплення траншеї. Не дозволяється скочувати труби в траншею за допомогою ломів і ваг, а також використовувати розпірки кріплення траншей як опори для труб.

Всі електроустановки повинні бути в пожежо- вибухобезпечному виконанні. Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

Під час продування труб стисненим повітрям забороняється перебувати в камерах і колодязях, де встановлено засувки, вентилі, крани тощо. Під час продування трубопроводів необхідно встановлювати на кінцях труб щити для захисту очей від

окалини та піску. Персоналу забороняється перебувати проти чи поблизу кінців труб, що продуваються.

Під час монтажу трубопроводів і обладнання стикування та з'єднання отворів і перевіряння їх збігу в деталях, що монтуються, необхідно виконувати за допомогою спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок тощо). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається.

Під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню. Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

Безпека випробувань обладнання та трубопроводів повинна бути забезпечена відповідно до вимог [48], заходів з безпеки праці, зазначених у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), а також відповідно до опрацювання та дотримання:

- плану випробувань;

- вимог безпеки під час виконання робіт у траншеях, колодязях і на висоті;

- заходів безпеки під час пневматичних випробувань обладнання та трубопроводів, випробування обладнання під навантаженням.

Випробування обладнання та трубопроводів необхідно виконувати під безпосереднім керівництвом спеціально призначеної особи з числа фахівців монтажної організації. Випробування змонтованого обладнання потрібно виконувати відповідно до вимог [48], правил та інструкцій, затверджених органами Держпраці, а також інструкцій заводу-виробника з експлуатації даного обладнання.

Перед випробуванням обладнання необхідно:

- керівнику робіт ознайомити персонал, який бере участь у випробуваннях, з порядком проведення робіт і заходами їх безпечного виконання;

- попередити працюючих на суміжних ділянках про час проведення випробувань;

- забезпечити візуальну, а за необхідності, за допомогою приладів, перевірку кріплення устаткування, стану ізоляції та заземлення електричної частини, наявності

та справності арматури, пускових і гальмівних пристроїв, контрольно-вимірювальних приладів і заглушок;

огородити і позначити відповідними знаками зону випробувань;

за необхідності улаштувати аварійну сигналізацію;

забезпечити можливість аварійного вимкнення обладнання, що випробовується;

перевірити відсутність усередині і ззовні обладнання сторонніх предметів;

означити попереджувальними знаками тимчасові заглушки, люки та фланцеві з'єднання;

обладнати пости з розрахунку один пост у межах видимості іншого, але не рідше ніж через кожних 200 м один від одного для попередження про небезпечну зону;

визначити місця й умови безпечного перебування осіб, зайнятих випробуванням;

забезпечити готовність засобів пожежогасіння й обслуговуючого персоналу, який може бути задіяний для ліквідації пожежі;

забезпечити освітленість робочих місць не менше ніж 50 лк;

призначити осіб, відповідальних за виконання заходів безпеки, передбачених програмою випробувань.

Усунення недоробок на обладнанні, виявлених під час випробувань, необхідно виконувати після його відключення і повної зупинки.

Однчасні гідравлічні випробування декількох трубопроводів, змонтованих на одних опорних конструкціях чи естакаді, допускаються у разі, якщо опорні конструкції чи естакади розраховані на відповідні навантаження. У разі розташування трубопроводів поблизу житлових чи таких, що експлуатуються громадських або промислових будинків, їх пневматичні випробування можна проводити за умови, що віконні та дверні прорізи цих будинків, які знаходяться у межах небезпечної зони, повинні бути закриті захисними огорожами (щитами, ґратами).

Не допускається виконувати пневматичні випробування трубопроводів на міцність у діючих цехах, а також на естакадах, у каналах і лотках, де укладено діючі трубопроводи. Огляд обладнання після проведення випробувань дозволяється робити після зниження випробувального тиску до робочого.

Під час продування обладнання і трубопроводів після випробувань перед відкритими люками і штуцерами необхідно встановити захисні огорожі (екрани). Випробування обладнання і трубопроводів під навантаженням необхідно виконувати після випробувань його вхолосту.

Починати випробування обладнання дозволяється тільки після своєчасного попередження осіб, що перебувають у зоні випробувань, і одержання дозволу керівника випробувань. Під час випробувань обладнання не дозволяється: знімати захисні огорожі; відкривати люки, огорожі, чистити та змазувати обладнання, доторкатися до його частин, що рухаються; перевіряти та усувати дефекти в електричних колах електроустаткування та приладів автоматики.

Перед пневматичним випробуванням трубопроводів запобіжні клапани повинні бути відрегульовані на відповідний тиск. Обстукування зварних швів безпосередньо під час випробувань трубопроводів і обладнання не допускається.

Електробезпека

Живлення силового будівельного обладнання та систем освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 x 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В), з'єднаної з силовим трансформатором. Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [49, 50]. Категорія умов за небезпекою електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю на об'єктах, що будуються та реконструюються, струмопровідної підлоги.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [49, 50]: для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги; персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними

основними та допоміжними електрозахисними засобами. Основні (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками; додаткові (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [51] встановлені нормовані параметри, значення яких наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [52]: температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні допустимих параметрів мікроклімату не повинна перевищувати 2°C; якщо температура поверхонь вище або нижче допустимої температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м; для забезпечення нормованих значень швидкості руху повітря проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [53]. Нормовані параметри забруднення повітря в

робочій зоні наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середньодобова	
Оксид вуглецю		20	4
Пил нетоксичний	4	4	4

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця [55]. Потрібно підкреслити, що будь-яке нагромадження пилу може привести до загоряння. Чим дрібніше пил (менша зернистість), тим вище небезпека.

Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в» [56]. Допустимі рівні виробничого освітлення наведені в таблиці 6.3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра. Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

Таблиця 6.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Виробничий шум

Нормовані параметри виробничого шуму в робочій зоні за ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки [57] наведені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту – «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно

застосовувати мало шумові вентилятори.

Виробнича вібрація

На робочих місцях монтажників присутня вібрація типу за [57]. Нормовані параметри виробничої вібрації в робочій зоні наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	$\frac{1,3^*}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$

* В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$, в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

Психофізіологічні фактори

а) Класи умов праці за показниками важкості праці: Загальні енергозатрати організму (кг/м): Зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг/(Вт); При регіональному навантаженні (для чоловіків) – 12000(40); При загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – 40000(80); Маса вантажу. Що постійно підіймається – до 25.

Стереотипні робочі рухи: При локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук) – до 60000; При регіональному навантаженні (участь рук та плечового суглоба) – до 30000;

Статичне навантаження (кг/с): Двома руками (чоловіки) – до 70000; За участю м'язів тулуба та ніг – до 200 000.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) до 25% часу зміни. Нахил тулуба: Вимушені нахили протягом зміни – 150 разів; Переміщення у просторі (переходи задля технологічного процесу) – більше 12.

б) Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: Зміст роботи – рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; Сприймання інформації та їх оцінка - сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; Розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання.

Сенсорні навантаження: Зосередження (%за зміну) – до 50; Щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150; Навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80; Навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний; Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: Тривалість робочого дня - більше 8 год; Змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі оцінюється підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі промислово-опалювальної парової підприємства «Яблуневий дар», що забезпечується шляхом застосування когенераційної теплонасосної установки з використанням теплоти підземних вод.

В МКР виконано аналітичний огляд літературної інформації, що присвячена питанням підвищення ефективності енерговикористання, оцінено технічні особливості застосування теплових насосів, враховано напрацювання на основі європейського та світового досвіду їх впровадження. На основі цього було визначено мету та завдання магістерської кваліфікаційної роботи.

За результатами аналізу, виконаного в розділі 2, показників базового та низки альтернативних варіантів теплової схеми промислово-опалювальної котельні з тепловим насосом з використанням різних джерел теплоти можна зробити висновок, що використання теплоти підземних вод в теплових насосах забезпечує достатню ефективність енергоперетворень та покращує екологічні показники порівняно з базовим варіантом.

За результатами проведених досліджень та оцінки одержаних наукових результатів, визначено енергетичні та екологічні переваги застосування теплонасосних установок з використанням теплоти підземних вод для підвищення енергоефективності у тепловій схемі промислово-опалювальної котельні. Було обрано до проектування варіант модернізації теплової схеми промислово-опалювальної котельні заводу з теплонасосною установкою на теплоті підземних вод.

Передбачено встановлення теплового насосу марки OCHSNER з розрахунковою теплопродуктивністю 520 кВт та двигуна внутрішнього згорання ДвГА 400 потужністю 400 кВт. Також передбачено встановлення двох насосів фірми GLONG (марки GHE-75-80) з подачею 80 м³ /год, напором 13 м вод. ст., ККД 70%, з потужністю електродвигуна 5 кВт, та насоса марки GHE-55-80 з подачею 35 м³ /год, напором 15 м вод. ст., ККД 70%, з потужністю електродвигуна 3 кВт.

Виконано підбір допоміжного обладнання для монтажу теплового насосу OCHSNER та двигуна внутрішнього згоряння ДвГА 400 та визначено затрати паливних та енергетичних ресурсів. Визначено масу обладнання, основних та допоміжних матеріалів і обладнання, що буде використано для монтажу системи паливостачання та складає 29300 кг. Витрата електроенергії на роботу допоміжного обладнання дорівнює 9187,774 кВт•год.

Після проведення необхідних розрахунків розроблені календарний графік монтажу системи, графік руху робітників, графік руху машин та механізмів. Визначено загальну трудомісткість яка становить 23,28 люд•дні. Тривалість встановлення обладнання дорівнює 18,53 днів.

В результаті виконання МКР було проведено розробку функціональної схеми автоматизації парової котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ «Яблуневий Дар».

Була розроблена функціональна схема автоматизації парової котельні.. Підібрані основні регулятори та вимірювальні пристрої.

Складена кошторисна документація за допомогою кошторисної програми АВК. Загальна кошторисна вартість проведення робіт, з урахуванням вартість матеріалів, становить 820,394 тис. грн.

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» оцінено небезпечні виробничі фактори та розроблено технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час монтажу обладнання.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Остапенко О. П., Попроцький Я. С. Показники енергетичної та екологічної ефективності варіантів застосування теплонасосних установок в тепловій схемі парової котельні // Наукове видання матеріалів Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «МОЛОДЬ В НАУЦІ: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)». URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/schedConf/presentations>. (Дата звертання 08.12.23).
2. Остапенко О. П., Яворський Б. І., Попроцький Я. С. Техніко-економічні показники застосування теплонасосної установки в тепловій схемі опалювальної водогрійної котельні// Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 червня 2023 р. – 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023> (Дата звертання 08.12.23).
3. European Heat Pump Market. URL: <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/european-heat-pumpmarket>. (Дата звертання 08.12.23).
4. План Європейської комісії REPowerEU: стратегія в галузі теплових насосів. URL: <https://www.heatpump.com.ua/novini-i-publikatsii/novini-industrii/prodazhi-teplovikh-nasosiv-v-vropi-v-2021-rotsi-dosyagli-2-milyoniv.htm> (Дата звертання 08.12.23).
5. Europe's booming demand for heat pumps exposes bottlenecks. URL: <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/europes-booming-demand-for-heat-pumps-exposes-bottlenecks/> (Дата звертання 05.12.23).
6. Wolf, S.; Blesl, M.: Model-based quantification of the contribution of industrial heat pumps to the European climate change mitigation strategy. In: 2016: Proceedings of the ECEEE Industrial Efficiency Conference 2016. Berlin, 12.-14.09.2016. Stockholm, 2016

7. Heat pumps gain traction as renewable energy grows URL: <https://www.scientificamerican.com/article/heat-pumps-gain-traction-as-renewable-energy-grows/> (Дата звертання 05.12.23).
8. Advances in heat pump systems: A review. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030626191000228X> (Дата звертання 05.12.23).
9. The European Heat Pump Association (EHPA) <https://www.ehpa.org/about-heat-pumps/> (Дата звертання 05.12.23).
10. Ostapenko Olga. Study of energy-economic efficiency of energy supply systems with cogeneration heat pump installations, using the heat of the industrial and natural sources, in industry and municipal heat power branch of Ukraine // Social and Legal Aspects of the Development of Civil Society Institutions: Collective Monograph. Part I. Warsaw: Institute of European Integration, Bmt Eridia Sp. z o. o., 2019, 536 p. P. 292 – 308.
11. Ostapenko O. P. Scientific basis of evaluation energy efficiency of heat pump plants: monograph. Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 62 p.
12. Ostapenko Olga. Analysis of energy, ecological and economic efficiency of steam compressor heat pump installations, as compared with alternative sources of heat supply, with accounting the concept of sustainable development // Sustainable Development Under the Conditions of European Integration: Collective monograph / [editorial board Darko Bele, Lidija Weis, Nevenka Maher]. Part II. – Ljubljana: VŠPV, Visoka šola za poslovne vede = Ljubljana School of Business, 2019, 458 p. P. 312 – 329.
13. Ткаченко С. Й., Остапенко О. П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання: монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця. 2009. 176 с.
14. Остапенко О. П. Холодильна техніка та холодильна технологія. Теплові насоси : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2015. 123 с.

15. HP FAT Calculator Programme-2023. URL: <https://www.dti.dk/specialists/heat-pumps-hp-fat/39679> (Дата звертання 08.12.23).
16. Engineering Equation Solver (EES). URL: <https://fchartsoftware.com/ees/> (Дата звертання 08.12.23).
17. Програмний продукт компанії Treeze Ltd з оцінки життєвого циклу. URL: <https://treeze.ch/> (Дата звертання 08.12.23).
18. Калькулятор централізованого опалення. URL: https://rechner.umweltchemie.ch/HTMLFernwaerme22_de_v4/Oekobilanzrechner_Fernwaerme_2022_deutsch_v4_UVEK2022.htm (Дата звертання 08.12.23).
19. Калькулятор теплового насосу. URL: https://rechner.umweltchemie.ch/HTMLWaermerpumpen22_de_v5/Oekobilanzrechner_Waermerpumpen_2022_deutsch_v5_UVEK2022.htm (Дата звертання 08.12.23).
20. Остапенко О. П., Попроцький Я. С., Кохан В. О. Аналіз енергоекологічної ефективності ресурсоенергоефективних систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками на теплоті оборотного водопостачання. Збірник тез доповідей укладено за матеріалами доповідей ХХІХ Міжнародної науково-практичної інтернет - конференції «Весняні наукові читання – 2019». URL: https://shron3.chtyvo.org.ua/Zbirnyk_statei/Vesniani_naukovi_chytannia_-_2019.pdf?PHPSESSID=ikq0mkffuti8p82ti5h35353e7. (Дата звертання 08.12.23).
21. Ostapenko O. P., Poprotskyi Ya. S. Efficiency of cogeneration heat pump installation in thermal scheme of boiler-house of the plant for the production of concentrated juices // Applied Scientific and Technical Research : Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, April 1–3, 2020, Ivano-Frankivsk / Academy of Technical Sciences of Ukraine. Ivano-Frankivsk : Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2020. V. 2. P. 60
22. Остапенко О. П., Попроцький Я. С. Енергоефективна система енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою в тепловій

- схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків // Збірник доповідей X Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. С. 35-37.
23. Остапенко О. П., Попроцький Я. С., Кохан В. О. Аналіз енерго-еколого-економічної ефективності ресурсоенергоефективних систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками з використанням теплоти систем оборотного водопостачання // Збірник доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С. 22-24.
24. Сайт «Автомобільний світ України». URL: http://www.autosvit.com.ua/Iveco_techtruck_21.html. (Дата звертання 08.12.23).
25. Каталог кранів КС на спеціальному шасі. URL: <http://www.techstory.ru>. (Дата звертання 08.12.23).
26. Каталог зварювальних апаратів KIND. URL: <http://domsvarki.lg.ua>. (Дата звертання 08.12.23).
27. Каталог будівельних машин і інструментів. URL: <http://powertools.co.nz>. (Дата звертання 08.12.23).
28. Сайт фірми k-flex. URL: <http://www.k-flex.ua/index.php?hl=ru>. (Дата звертання 08.12.23).
29. ДБН Д.2.4-15-2000. Збірник 15. Внутрішні сантехнічні роботи. – К.: Держстандарт України, 2000. – 106 с.
30. ДБН Д.2.3-7-99. Збірник 7. Компресорні установки, насоси і вентилятори. – К.: Держстандарт України, 2000. – 47 с.
31. ДБН Д.2.3-6-99. Збірник 6. Теплосилове обладнання. – К.: Держстандарт України, 2000. – 165 с.
32. ДБН Д.2.2-18-99. Збірник 18. Опалення – внутрішнє пристосування. – К.: Держстандарт України, 1999. – 28 с.

33. ДБН Д.2.2-16-99. Збірник 16. Внутрішні трубопроводи. – К.: Держстандарт України, 1999. – 48 с.
34. ДБН Д.2.3-12-99. Збірник 12. Технологічні трубопроводи. – К.: Держстандарт України, 2000. – 200 с.
35. ДБН Д.2.2-26-1999. Збірник 26. Теплоізоляційні роботи. – К.: Держстандарт України, 2000. – 51 с.
36. Куценко О. С. Синтез автоматизованих систем управління теплоенергетичними установками. – Харків: НТУ «ХП», 2006. 55 с.
37. Котельні: ДБН В.2.5-77:2014. [Чинні від 01.01.2015] – К.: Мінрегіон України, 2015. – 65 с.
38. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах: ДСТУ Б А.2.4-16:2008. - [Чинний від 2008 -06-27 № 271]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 14 с.
39. Siemens: продукція компанії. URL : <http://t-life.com.ua/catalog/inset/23>. (Дата звертання 08.12.23).
40. Вибір та розрахунок регулюючого органу. URL : <http://www.twirpx.com/file/370227/>. (Дата звертання 08.12.23).
41. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів: ДСТУ Б.А.2.4-3-95. – [Чинний від 1995 -04-06 № 65]. – К.: Держкоммістобудування України, 1995. – 42 с.
42. Барало О.В., Самойленко П.Г. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник. – К.: Аграрна освіта, 2010. 557 с.
43. Гончаренко Б.М., Осадчий С.І., Віхрова Л.Г., Каліч В.М., Дідик О.К. Автоматизація виробничих процесів. – Кіровоград: Видавець – Лисенко В.Ф., 2016. 352 с.
44. Ладанюк А. П., Архангельська К. С., Власенко Л. О. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: Навч. посіб. / – К.: НУХТ, 2014. – 274 с.

45. Синеглазов В.М., Сергеев І.Ю. Автоматизація технологічних процесів: Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2010. – 506 с.
46. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073. (Дата звертання 08.12.23).
47. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->. (Дата звертання 08.12.23).
48. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
49. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
50. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>. (Дата звертання 08.12.23).
51. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>. (Дата звертання 08.12.23).
52. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
53. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01].

- Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
54. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>. (Дата звертання 08.12.23).
55. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>. (Дата звертання 08.12.23).
56. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>. (Дата звертання 08.12.23).
57. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2006. 109 с.

Додатки

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків товариства з обмеженою відповідальністю «Яблуневий дар»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(кваліфікаційна робота, курсовий проект (робота), реферат, аналітичний огляд, інше (вказати))

Підрозділ ФБЦЕІ, кафедра теплоенергетики
(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник к.т.н., доц. кафедри ТЕ Остапенко О.П.
(прізвище, ініціали, посада)

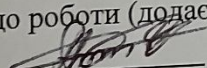
Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	89,3
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	10,7

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

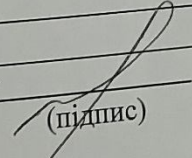
- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений (-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор  Попроцький Я.С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

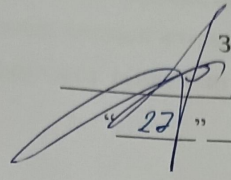
Опис прийнятого рішення

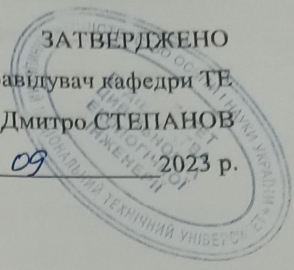
Допустити роботу Попроцькому Я.С. до захисту, як таку, що успішно пройшла перевірку на плагіат

Особа, відповідальна за перевірку  Співак О.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Експерт _____ _____
(за потреби) (підпис) (прізвище, ініціали, посада)

Додаток Б
(обов'язковий)

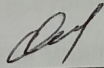

 ЗАТВЕРДЖЕНО
 Завідувач кафедри ТЕ
 Дмитро СТЕПАНОВ
 "27" "09" 2023 р.

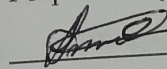


ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
до магістерської кваліфікаційної роботи

«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ В ТЕПЛОВІЙ
СХЕМІ КОТЕЛЬНОЇ ЗАВОДУ З ВИРОБНИЦТВА КОНЦЕНТРОВАНИХ СОКІВ
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ЯБЛУНЕВИЙ ДАР"»

за спеціальністю
144 – теплоенергетика
08-15.МКР.006.00.00.000 ТЗ

Керівник магістерської
 кваліфікаційної роботи

 к.т.н. доц. Остапенко О. П.
 "27" "09" 2023 р.

Розробив студент гр.ТЕ-23м

 Попроцький Я. С.
 "17" "09" 2023 р.

Вінниця 2023

лектуван
 5
 3,5
 L=400
 φ89×3,5
 +2,000
 ✓
 лектуван
 проек

1 Найменування і область використання продукції

Когенераційна теплонасосна установка (КТНУ) в тепловій схемі призначена для забезпечення потреб технології, опалення та гарячого водопостачання споживачів.

Застосування КТНУ забезпечує зменшення питомої витрати палива та дозволяє здійснити реконструкцію енергетики і розв'язати екологічні проблеми найбільш дешевим для економіки країни способом.

2 Основа для виконання робіт

Основою для виконання робіт є індивідуальне завдання на магістерську кваліфікаційну роботу, вихідні дані з підприємства, наказ ректора ВНТУ про затвердження теми МКР №247 від 18.09.2023 р.

3 Мета та призначення розробки

Метою проектування є підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі промислово-опалювальної котельні з використанням теплонасосних технологій, обґрунтування енергоефективних, екологічно безпечних та економічно обґрунтованих режимів роботи котельні з використанням нового обладнання, оцінка обсягів економії паливно-енергетичних ресурсів, підвищення екологічної безпеки та оцінка економії коштів від запропонованої модернізації в тепловій схемі котельні.

Аналіз і визначення показників роботи діючої теплової схеми котельні. Розробка варіантів застосування та вибір джерел теплоти для когенераційної теплонасосної установки, які включають в себе: аналіз можливих проектних рішень; визначення на підставі багатоваріантного аналізу оптимального варіанту застосування когенераційної теплонасосної установки; вибір основного і допоміжного обладнання когенераційної теплонасосної установки.

4 Джерела розробки

Основою для розробки є індивідуальне завдання на магістерську кваліфікаційну роботу, дані багатьох літературних джерел та інші технічні матеріали про ефективність застосування когенераційних теплонасосних установок на підприємствах муніципальної енергетики.

4.1 Ostapenko Olga. Study of energy-economic efficiency of energy supply systems with cogeneration heat pump installations, using the heat of the industrial and natural sources, in industry and municipal heat power branch of Ukraine // Social and Legal Aspects of the Development of Civil Society Institutions: Collective Monograph. Part I. Warsaw: Institute of European Integration, Bmt Eridia Sp. z o. o., 2019, 536 p. P. 292 – 308.

4.2 Ostapenko O. P. Scientific basis of evaluation energy efficiency of heat pump plants: monograph. Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 62 p.

4.3 Ostapenko Olga. Analysis of energy, ecological and economic efficiency of steam compressor heat pump installations, as compared with alternative sources of heat supply, with accounting the concept of sustainable development // Sustainable Development Under the Conditions of European Integration: Collective monograph / [editorial board Darko Bele, Lidija Weis, Nevenka Maher]. Part II. – Ljubljana: VŠPV, Visoka šola za poslovne vede = Ljubljana School of Business, 2019, 458 p. P. 312 – 329.

4.4 Ткаченко С. Й., Остапенко О. П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання: монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця. 2009. 176 с.

4.5 Остапенко О. П. Холодильна техніка та холодильна технологія. Теплові насоси : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2015. 123 с.

4.6 Остапенко О. П., Попроцький Я. С., Кохан В. О. Аналіз енергоекологічної ефективності ресурсоенергоефективних систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками на теплоті оборотного водопостачання. Збірник тез доповідей укладено за матеріалами доповідей ХХІХ Міжнародної науково-практичної інтернет - конференції «Весняні наукові читання – 2019». URL:

https://shron3.chtyvo.org.ua/Zbirnyk_statei/Vesniani_naukovi_chytannia_-_2019.pdf?PHPSESSID=ikq0mkffuti8p82ti5h35353e7. (Дата звертання 08.12.23).

4.7 Ostapenko O. P., Poprotskyi Ya. S. Efficiency of cogeneration heat pump installation in thermal scheme of boiler-house of the plant for the production of concentrated juices // Applied Scientific and Technical Research : Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, April 1–3, 2020, Ivano-Frankivsk / Academy of Technical Sciences of Ukraine. Ivano-Frankivsk : Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2020. V. 2. P. 60

4.8 Остапенко О. П., Попроцький Я. С. Енергоефективна система енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків // Збірник доповідей X Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. С. 35-37.

4.9 Остапенко О. П., Попроцький Я. С., Кохан В. О. Аналіз енерго-еколого-економічної ефективності ресурсоенергоефективних систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками з використанням теплоти систем оборотного водопостачання // Збірник доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С. 22-24.

5 Технічні вимоги

Вихідні дані до роботи: відпуск теплоти на промисловий споживач – 11,53 МВт, температура насиченої пари на виході з котельні – 170 °С, температура зворотнього конденсату від промислового споживача – 70 °С, нижча теплота згорання деревних гранул – 17,5 МДж/кг; температура сирі води – 8 °С.

6 Економічні показники

Створення об'єкту повинно вестись з малими витратами праці та з мінімальними затратами виробництва. Слід проаналізувати декілька варіантів застосування когенераційної теплонасосної установки і вибрати оптимальний на підставі техніко-економічних розрахунків, здійснити економічне обґрунтування доцільності застосування когенераційної теплонасосної установки за оптимальним варіантом, визначивши річні витрати палива, визначити економію палива. Проаналізувати техніко-економічні показники роботи когенераційної теплонасосної установки в тепловій схемі котельні та визначити термін окупності капіталовкладень на будівництво установки.

7 Стадії та етапи розробки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Аналітичний літературний огляд	25.09.2023 – 05.10.2023	
2	Аналіз ефективності варіантів з підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі парової котельні	06.10.2023– 18.10.2023	
3	Розробка технології монтажу обладнання когенераційних теплонасосних установок	19.10.2023 – 02.11.2023	
4	Автоматизація теплової схеми парової котельні.	03.11.2023 – 19.11.2023	
5	Техніко - економічні показники проєктних рішень	20.11.2023 – 29.11.2023	
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	30.11.2023 – 07.12.2023	
7	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	30.11.2023 – 05.12.2023	

Дата видачі завдання 27.09.2023 р.

Крайні терміни виконання 08.12.2023 р.

8 Порядок контролю та прийняття

Виконання етапів графічної та розрахункової документації МКР контролюється керівником МКР, згідно з графіком виконання. Прийняття МКР здійснюється ЕК, затвердженою наказом ректора ВНТУ, згідно з графіком захисту.

9 Корегування технічного завдання допускається з дозволу керівника МКР.

Додаток В

(довідковий)

МОНТАЖ ОБЛАДНАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Розробляється технологія монтажу теплового насосу та двигуна внутрішнього згоряння в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ «Яблуневий дар» в м. Липовець.

Теплонасосна установка за допомогою теплообмінника відбирає тепло від ґрунтових вод, двигун внутрішнього згоряння за допомогою утилізатора теплоти підігріває воду в контурі теплового насосу в наслідок чого знижується температура вихлопних газів ДВЗ. Теплообмінні апарати працюють таким чином, що у будь-якому випадку для них виконуються закони збереження енергії, маси речовини і кількості руху. У даному теплообміннику значення теплового потоку залежить від різниці температур теплоносіїв і коефіцієнта теплопередачі. Ґрунтові води за допомогою насоса подачі всмоктуються з колодязя і проходять через проміжний пластинчастий теплообмінник у випарник. Порівняно з іншими джерелами тепла, вони дозволяють отримати найвищу температуру. Ґрунтові води не є досить дорогим джерелом тепла, але вони можуть використовуватися лише в тому випадку, якщо відповідають вимогам щодо якості води. Дотримання цих вимог важливе як для ефективної роботи теплового насоса, так і для захисту джерела питної води.

Передбачено встановлення теплового насосу марки OCHSNER з розрахунковою теплопродуктивністю 520 кВт та двигуна внутрішнього згоряння ДвГА 400 потужністю 400 кВт. Також передбачено встановлення двох насосів фірми GLONG марки GHE-75-80 з подачею 80 м³/год, напором 13 м вод. ст., ККД 70%, з потужністю електродвигуна 5 кВт, та насоса марки GHE-55-80 з подачею 35 м³/год, напором 15 м вод. ст., ККД 70%, з потужністю електродвигуна 3 кВт.

Склад робіт

1. Доставка деталей до місць монтажу та їх складування.
2. Розмітка місць прокладання трубопроводів.
3. Встановлення теплового насосу OCHSNER W35.
4. Встановлення двигуна внутрішнього згоряння ДвГА 400.
5. Встановлення пластинчастого теплообмінника марки THERMAKS PTA(GX)-26.
6. Монтаж циркуляційного насоса GHE 75/80.
7. Монтаж циркуляційного насоса GHE 55/80.
8. Прокладання трубопроводів діаметром 108x4 мм.
9. Встановлення запірної регулювальної арматури діаметром Ду100.
10. Встановлення зворотніх клапанів діаметром Ду100.
11. Встановлення фільтрів грубої очистки діаметром Ду100.
12. Прокладання трубопроводів діаметром 89x3,5 мм.
13. Встановлення запірної регулювальної арматури діаметром Ду 80.
14. Встановлення зворотніх клапанів діаметром Ду 80.
15. Встановлення фільтрів грубої очистки діаметром Ду 80.
16. Прокладання трубопроводів діаметром 57x3 мм.
17. Встановлення запірної регулювальної арматури діаметром Ду 50.
18. Перше робоче випробування окремих частин.
19. Робоча перевірка системи в цілому.
20. Кінцева перевірка системи і здача в експлуатацію.
21. Повернення допоміжного обладнання на склад.

Об'єми робіт

1. Доставка деталей до місця монтажу. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна вага усіх деталей 29300кг (29,3 т). Приймаємо об'єм $V=29,3$.
2. Розмітка місць прокладання трубопроводу. Одиниці вимірювання 100 м. Довжина всієї мережі трубопроводу складає $L = 50,7$ м. Приймаємо об'єм $V=0,507$.

3. Монтаж теплового насосу OCHSNER W35. Одиниці вимірювання в тонах. Маса теплового насосу становить 9,7т. Отже приймаємо об'єм $V=9,7$.
4. Монтаж двигуна внутрішнього згоряння ДвГА 400. Маса двигуна внутрішнього згоряння становить 17,15т Одиниці вимірювання в т. Отже приймаємо об'єм $V=17,15$.
5. Монтаж пластинчастого теплообмінника марки THERMAKS PTA (GX)-26 . Одиниці вимірювання в шт. Отже приймаємо об'єм $V=1$.
6. Монтаж циркуляційного насоса GHE 75/80, Ду 100. Одиниці вимірювання шт. Кількість насосів 1 шт. Отже приймаємо об'єм $V=1$
7. Монтаж циркуляційного насоса GHE 55/80, Ду 80. Одиниці вимірювання шт. Кількість насосів 1 шт. Отже приймаємо об'єм $V=1$.
8. Прокладання трубопроводу діаметром 108 x4мм. Одиниці вимірювання в тонах. Вага труб діаметром 108x4 мм складає 51,86 кг. Отже приймаємо об'єм $V=0,05186$.
9. Встановлення запірної регулювальної арматури Ду100. Кількість запірної регулювальної арматури 8 шт. Одиниці вимірювання 100 шт. Отже приймаємо об'єм $V=0,08$.
10. Встановлення зворотніх клапанів діаметром Ду100. Кількість зворотніх клапанів 1 шт. Одиниці вимірювання 100 шт. Отже приймаємо об'єм $V=0,01$
11. Встановлення фільтрів грубої очистки діаметром Ду100. Кількість фільтрів 1 шт. Одиниці вимірювання 1 фільтр. Отже приймаємо об'єм $V=1$.
12. Прокладання трубопроводу діаметром 89x3,5 мм. Одиниці вимірювання в тонах. Вага труб діаметром 89 x3,5мм складає 84,27 кг. Отже приймаємо об'єм $V=0,08427$.
13. Встановлення запірної регулювальної арматури діаметром 89x3,5 мм . Кількість запірної регулювальної арматури 4 шт .Одиниці вимірювання 100 шт. Отже приймаємо об'єм $V=0,04$.
14. Встановлення зворотніх клапанів діаметром Ду 80. Кількість зворотніх клапанів 1 шт. Одиниці вимірювання 100 шт. Отже приймаємо об'єм $V=0,01$.
15. Встановлення фільтрів грубої очистки діаметром Ду 80. Кількість фільтрів 1 шт. Одиниці вимірювання 1 фільтр. Отже приймаємо об'єм $V=1$.

16. Прокладання трубопроводу діаметром 57x3 мм. Одиниці вимірювання в тонах. Вага труб діаметром 57x3 мм складає 128,7 кг. Отже приймаємо об'єм $V=0,1287$.
17. Встановлення запірної регулювальної арматури діаметром Ду 50 . Одиниці вимірювання 100 шт. Отже приймаємо об'єм $V=0,03$.
18. Перше робоче випробовування окремих частин. Одиниці вимірювання 100 м. Загальна довжина труб становить 50,7 м. Отже приймаємо об'єм $V=0,507$.
19. Робоча перевірка системи в цілому. Одиниці вимірювання 100 м. Загальна довжина трубопроводу становить 50,7 м. Отже приймаємо об'єм $V=0,507$.
20. Кінцева перевірка системи і здача в експлуатацію. Одиниці вимірювання 100 м. Загальна довжина трубопроводу становить 50,7 м. Отже приймаємо об'єм $V=0,507$.
21. Повернення допоміжного обладнання на склад . Одиниці вимірювання в тонах. Загальна маса обладнання 154,85 кг . Приймаємо об'єм $V=0,15785$.

Розроблено технологію монтажу теплового насосу в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ «Яблуневий дар».в м. Липовець». Також визначено склад і об'єми робіт, потребу в машинах, механізмах та в матеріальних ресурсах, трудомісткість монтажу.

Вибрано допоміжне обладнання для монтажу теплового насосу OCHSNER та двигуна внутрішнього згоряння ДвГА 400 та визначено затрати паливних та енергетичних ресурсів. Встановлено, що маса обладнання, основних та допоміжних матеріалів і обладнання для монтажу системи паливопостачання складає 29300 кг. Витрата електроенергії на роботу допоміжного обладнання дорівнює 9187,774 кВт·год.

Після проведення необхідних розрахунків розроблені календарний графік монтажу системи, графік руху робітників, графік руху машин та механізмів. Визначено загальну трудомісткість яка становить 23,28 люд·дні. Тривалість встановлення обладнання дорівнює 18,53 днів.

Додаток Г
(довідковий)

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ПАРОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ З
КОГЕНЕРАЦІЙНОЮ ТЕПЛОНАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ**

Г.1 Опис технологічного процесу

Парова котельня використовується для забезпечення технологічних потреб виробництва та для опалення цехів і адміністративного корпусу.

Водопостачання котельні здійснюється від природного джерела. Сира вода надходить в охолоджувач випару, де підігрівається паром з деаератора та йде в хімоводоочистку. Вода з хімоводопідготовки надходить на охолоджувач живильної води, а потім надходить в деаератор ДСА. Деаерована вода з температурою 104,7 °С живильним насосом направляється в чавунний економайзер, де підігрівається до 140-150 °С і охолоджує димові гази від 180-200 до 120-140 °С, це дозволяє підвищити ККД котла. Пара від котлів надходить в розподільник, а вже звідти надходить на виробництво, потреби опалення та власні потреби.

Передбачена безперервна і періодична продувка котла для виключення можливості випадання з котлової води накипоутворюючих солей і утворення накипу. Продувочна вода виливається в продувочний колодязь.

Паровий котел генерує пару з параметрами $P_0 = 1,3 \text{ МПа}$, $t_0 = 209,8 \text{ °С}$, $h_0 = 2797,3 \text{ кДж/кг}$. Електропостачання на власні потреби котельні здійснюється з електромережі. Пара надходить в колектор, а тоді з параметрами $P_{\text{пс}} = 1,3 \text{ МПа}$, $t_{\text{пс}} = 192 \text{ °С}$, $h_{\text{пс}} = 2787 \text{ кДж/кг}$ постачається промисловим споживачам. Зворотній конденсат від технологічних споживачів з температурою 35 °С надходить в деаератор атмосферного типу, який заживлений паром з колектора і тиск в якому складає 0,12 МПа.

Насичена пара з деаератора надходить в охолоджувач випару з температурою $t_{\text{охв}} = 104,7 \text{ °С}$, де конденсується; з охолодника живильної води виходить вода з температурою $t_{\text{ожв}} = 70 \text{ °С}$. Після хімоводоочистки вода має температуру $t_{\text{хво}} = 5 \text{ °С}$, а після охолодника живильної води підігрівається до температури $t_{\text{ожв}} = 22 \text{ °С}$, ККД котлів $\eta_{\text{к}} = 0,9$, потужність власних потреб $N_{\text{вп}} = 0,41 \text{ (кВт)}$. Частка безперервної продувки 0,03.

Г.2 Обґрунтування вибору величин, які регулюються та каналів регулюючого впливу

САР потужності парового котла

Регулятор потужності призначений для підтримання енергетичного балансу в котлоагрегаті. Показником балансу є тиск в барабані котла. Автоматичне регулювання будемо здійснювати за триімпульсною схемою (рис. Г.1). Будемо використовувати електронні датчики та контроллер.

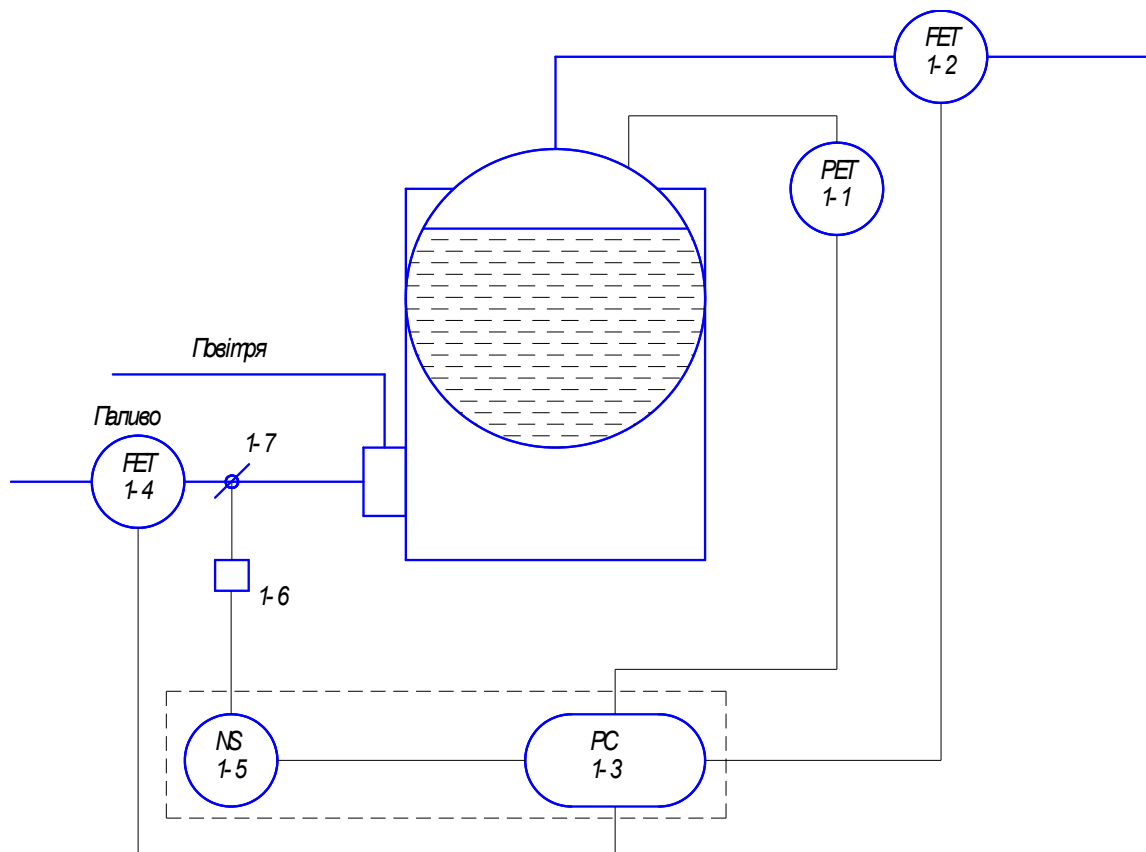


Рисунок Г.1 – Схема регулювання потужності котла

Сигнал, який поступає з датчика тиску РС-28 (1-1) надходить на контроллер 6432.10 (1-3), також контроллер отримує корегуючі дані з датчиків витрати пари (1-2) та природного газу (1-4) ВРС (ВРС-Г-5xx). Контроллер порівнює сигнали та виробляє корегуючий сигнал, який надходить через вбудований в контроллер частотний перетворювач на виконавчий механізм засувки лінії живлення газом котла (1-7) AUMA SA 07.2.

САР співвідношення палива і повітря.

Для регулювання співвідношення палива і повітря використаємо також триімпульсну схему. В якості імпульсів використаємо імпульси витрати газу та повітря. Схема представлена на рис. Г.2.

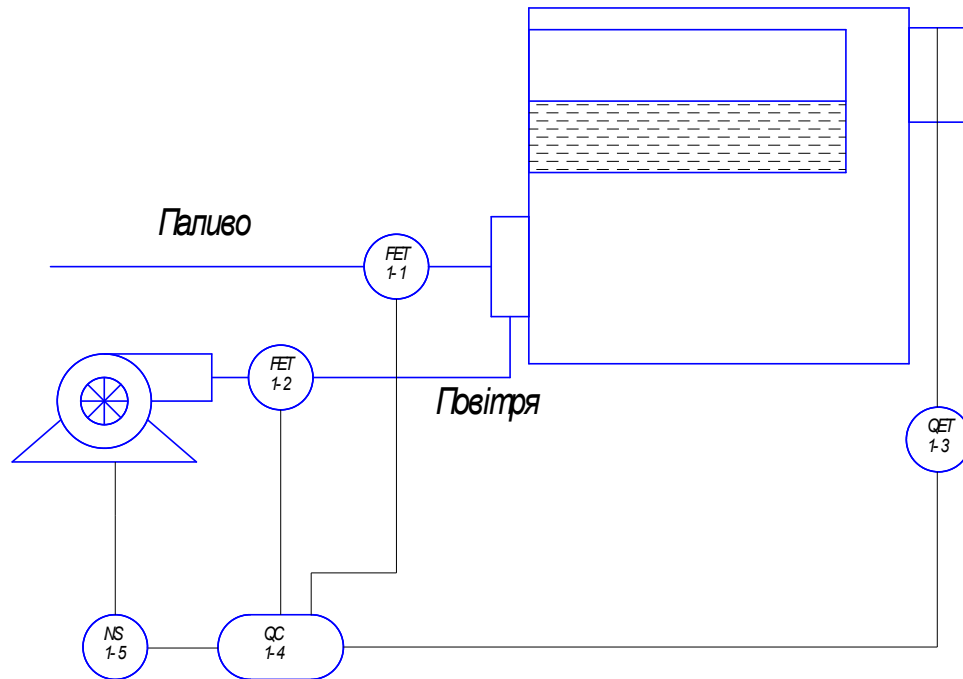


Рисунок Г.2 – Схема регулювання потужності котла

Контроллер 6432.10 (1-4), сприймає інформацію від датчика витрати палива (1-1) та повітря (1-2) марки ВРС (ВРС-Г-5xx), також сприймає сигнал від датчика концентрації Arduino MQ7 (1-3) та виробляє сигнал для частотного перетворювача вентилятора (1-5) ESV453NO4TXB.

САР рівня води в барабані.

Автоматичне регулювання живлення парового котла водою заключається в підтриманні рівня води в барабані котла. Рівень в барабані котла підтримується від нижнього робочого рівня до верхнього, тобто, коли найбільше дзеркало випаровування. Вимоги до регулювання рівня води в барабані парового котла найбільш жорсткі в порівнянні з іншими котловими регуляторами. Це викликано умовами безпеки і надійності роботи котла.

Враховуючи характер причин, що викликають зміну рівня води в барабані котла, найбільш доцільною є триімпульсна схема регулювання. Така схема застосовується для котлів паропродуктивністю 10 т/год і більше, працюючих в умовах значного коливання продуктивності. При цій схемі регулятор живлення враховує три імпульси: рівня води в барабані, витрати пари і витрати живильної води. Схема регулювання рівня в барабані наведена на рис. Г.3.

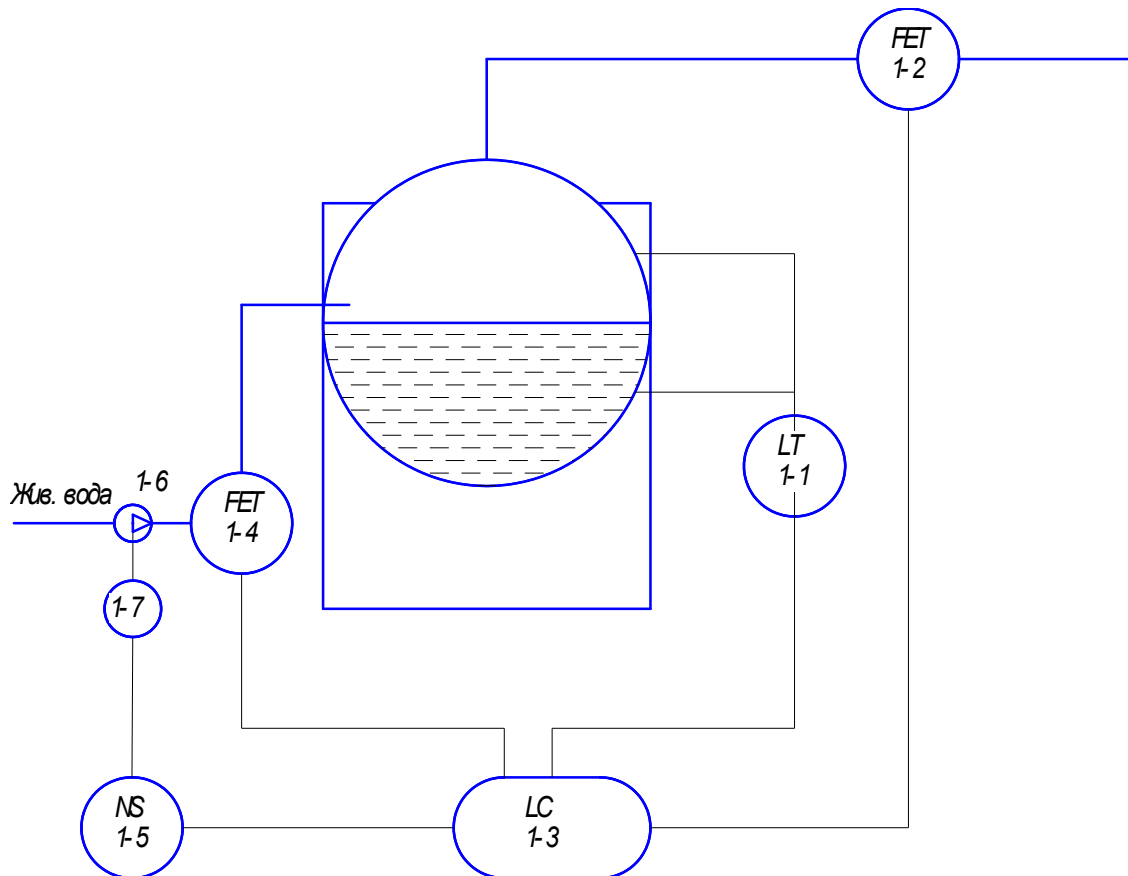


Рисунок Г.3 – Схема регулювання рівня води в барабані

Із датчиків витрати пари (1-2) ВРС (ВРС-Г-5хх), рівня води в барабані котла (1-1) FineTek серії ЕА та витрати живильної води (1-4) ВРС (ВРС-Г-5хх), сигнали надходять на контроллер 6432.10 (1-3) де порівнюються і виробляється сигнал керування електроприводом насосу (1-6) через частотний перетворювач (1-5) ESV453NO4TXB.

САР тиску в деаераторі.

Регулювання тиску в деаераторі виконується за одноімпульсною схемою. Імпульсом є тиск в деаераторі. Схема регулювання представлена на рис. Г.4.

Сигнал із датчика тиску в деаераторі РС-28 (1-1) надходить на регулятор ПЛК100 (1-2), який виробляє сигнал впливу на електропривід парової засувки (1-5) AUMA SA 07.2. Також регулятор (1-2) має ручне керування (1-3). На щит виводиться також світловий ідентифікатор положення засувки подачі пари (1-7).

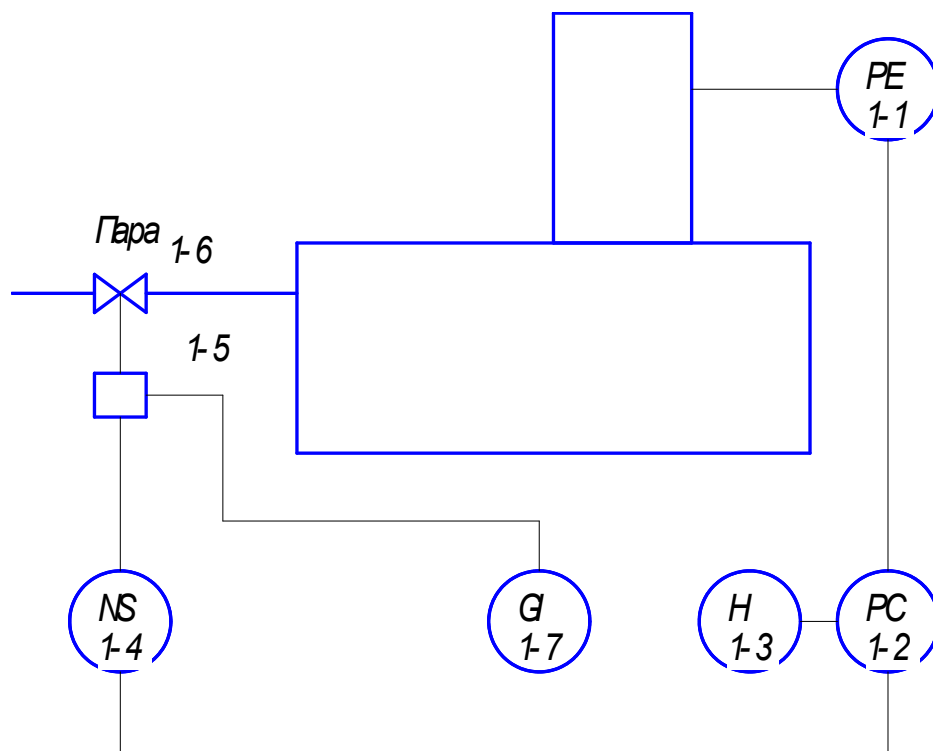


Рисунок Г.4 – Схема регулювання тиску в деаераторі

САР підживлення теплової схеми.

В якості регулятора підживлення системи використаємо двоімпульсну схему, впливом в якій буде зміна витрати пари на виході з котла. Корегуючим впливом буде рівень води в деаераторі. Система автоматичного регулювання підживлення представлена на рис. Г.5.

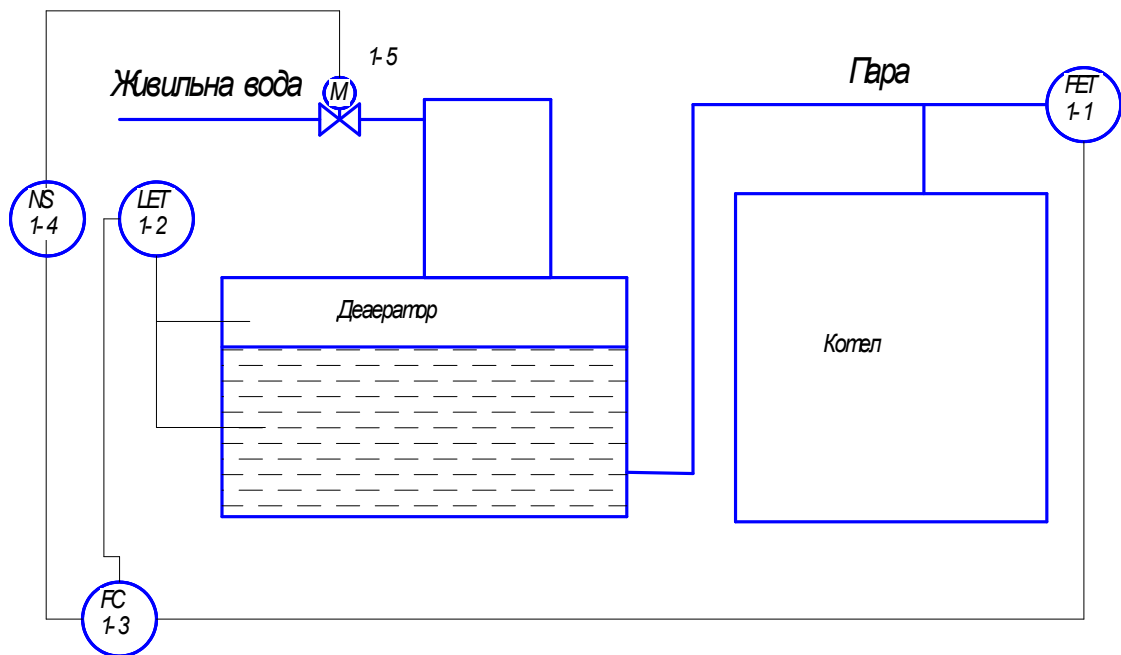


Рисунок Г.5 – Схема САР витрати перегрітої пари

В даному випадку регулятором буде виступати ПЛК100 (1-3). Він сприймає сигнали від датчика витрати пари (1-1) ВРС (ВРС-Г-5хх) та датчика рівня води в деаераторі (1-2) FineTek серії EA, далі виробляє керуючий сигнал для електропривода шарового крану (1-5) AUMA SA 07.2.

Засоби автоматизації

Для роботи парового котла вибираємо спеціальний контролер газових і рідкопаливних котлів.

Контролер газових і рідкопаливних котлів забезпечує:

- роботу агрегатів на декількох видах палива: газ, рідке, тверде, пічне та ін .;
- позиційне / плавне (по ПІ, ПІД-законам) регулювання потужності;
- підтримку температурного графіка;
- автоматичний і ручний розпалювання пальників;
- автоматичну і ручне регулювання потужності котла;
- автоматична підтримка рівня води (для парового котла);
- контроль тиску палива і повітря перед пальником (пальниками);
- захисне відключення топкового агрегату в разі аварії;
- запам'ятовування першопричини виникнення аварійної ситуації;
- запам'ятовування дій персоналу;
- захист від нештатних дій оператора і в разі виходу з ладу виконавчих пристроїв;
- роботу спільно з датчиком полум'я ФДЧ і сигналізатором газу Х22;
- висновок на вбудований дисплей інформації про стан об'єкта;
- ведення архіву параметрів котлоагрегату;

- зберігання в пам'яті контролера декількох варіантів настройки під різні режими роботи;
- програмування "під об'єкт" за допомогою вбудованого меню або від зовнішнього комп'ютера;
- виведення інформації про стан об'єкта на комп'ютер віддаленого диспетчерського пункту;
- дистанційне керування котлом.

Кран шаровий з електроприводом AUMA SA 07.2.

Для всіх кульових кранів цієї серії характерне поєднання високої ефективності з економічністю експлуатації. Кран кульовий з електроприводом призначений для блокування водопостачання та опалення в разі протікання води. Стабілізована швидкість кранів при старті запобігає можливим гідроудари. У режимі очікування споживання енергії складає 3 Вт, а в момент закривання (відкривання) 12 Вт. Особливо зручна експлуатація крана марки HC220B-P 1/2", 3/4", 1", що займає опцією «ручне управління», яка дає можливість управляти краном у разі відключення електроенергії.

Технічні характеристики:

Час повороту: 7 сек.

Матеріал: нержавіюча сталь

Температура циркулюємої рідини - від -10 + 100 ° C

Номинальний робочий тиск - 10 атм.

Максимальний тиск - 16 атм.

Витратомір ВРС застосовується для вимірювання витрати, а так само обсягу потоків різних рідин (гарячої, холодної, стічних вод, кислот, лугів, харчових продуктів, водяної пари і т.д.) в одному або декількох (залежить від виконання) трубопроводах які перебувають під тиском при різних умовах експлуатації. Технічна характеристика наведена в таблиці Г.1.

Таблиця Г.1 – Технічні характеристики

Найменування параметра	Значення параметра
Діаметр умовного проходу, мм	від 10 до 5 000 (від 150 до 10 000)*
Швидкість потоку, м/с	від 0,1 до 35
Діапазон температури рідини, °С	від мінус 30 до 160
Температура навколишнього середовища для вторинного перетворювача (ВП), °С	від 0 до 50 (від мінус 40 до 65)**
Тиск в трубопроводі для врізних перетворювачів електроакустичних (ПЕА), МПа	не більше 2,5***
Ступінь захисту ВП/ПЕА	IP54/IP68
Глибина архівів вимірювальної інформації, записів:	
- годинного	1440
- добового	60
- місячного	48
- інтервального	14400
- дозування	512
Напруга живлення витратоміра, В	24
Споживана потужність, ВА	не більше 12
Середній час напрацювання на відмову, г	75000
Маса ВП, кг	не більше 3
Габаритні розміри ВП, мм	250 × 132 × 90

* для багатопроменевого виконання

** за замовленням

*** до 25 МПа (за замовленням)

Величини, які підлягають контролю та сигналізації

Контролю підлягають всі ті параметри, знання поточних значень яких забезпечує пуск, налагодження та ведення технологічного процесу. До таких параметрів відносять регульовані величини, нерегульовані внутрішні параметри, вхідні і вихідні параметри, при зміні яких в об'єкт можуть надходити впливи, всі параметри, зміна яких може привести до аварії або порушення технологічного процесу.

Контролюють:

- температуру пари 209,8 °С;
- температуру живильної води 104 °С;
- температуру димових газів 200 °С (без економайзера);
- температуру димових газів 120 °С (з економайзером);
- тиск газу 0,08 МПа;
- тиск повітря 0,4 кПа;
- тиск живильної води 1,5 МПа;
- розрідження в топці 0,045 кПа;
- витрату палива max (газу) 540 м³ / год;
- витрату живильної води (max) 7 т / год;
- витрату пара 7 т / год;
- рівень води в барабані котла
- вмісті СО і СН₄ в приміщенні.

Сигналізують:

- розрідження в топці;
- тиск газу;
- тиск повітря;
- рівень в барабані котла
- вміст СО і СН₄ в приміщенні

Відповідно до Правил безпеки систем газорозподілу і газоспоживання передбачається ряд технологічних захистів і блокувань.

Захисти, які спричиняють зупинку котла

- згасання факела в топці;
- відключення димососа;
- відключення дутевого вентилятора;
- пониження тиску газу;
- зниження і підвищення рівня в барабані.
- Захисти, які діють на відключення подачі палива до котла або пальника
- не запалення або згасання факела пальника розпалювальної групи при розпалюванні котла.
- перевищення концентрації СО і СН₄.

Технічні умови для виконання технологічних захистів

Захисти, які діють на зупинку котла:

- згасання факелу. Захист спрацьовує при відповідному сигналі з фотодатчика і спричиняє зупинку котла. Вводиться автоматично при початку розпалювання і виводиться при зупинці котла або спрацьовуванні захисту «Незапалення при розпалюванні»;
- відключення дутьєвого вентилятора. Захист спрацьовує при відключенні вимикача електродвигуна дуттєвого вентилятора і спричиняє зупинку котла. Вводиться автоматично при початку розпалювання і виводиться при зупинці котла або спрацьовуванні захисту «Незапалення при розпалюванні»;
- зниження тиску газу. Тиск контролюється регулюючим клапаном на загальному підводі газу до котла. На котлах, що працюють під наддувом, контролюється різниця тисків: газу за регулюючим клапаном на загальному підводі до котла і димових газів в топці;
- підвищення и зниження рівня. Підвищення рівня в барабані котла до 100 мм вище середнього - захист спричиняє також закриття всіх запірних засувки і регулюючих клапанів на підводі живильної води до котла. Зниження рівня в барабані котла до -75 мм нижче середнього - захист спричиняє закриття всіх запірних засувки і регулюючих клапанів на підводі живильної води до котла.

Розрахунок регулюючого органу

Регулюючим органом (РО) є ланка виконавчого пристрою, призначена для зміни яких-небудь параметрів (наприклад, витрати рідини) при регулюванні режиму роботи об'єкта.

Найбільшого поширення набули дросельні регулюючі органи клапани і заслінки. При двопозиційному регулюванні (відкрито-закритий) затвор регулюючого органу швидко переміщається в одне з крайніх положень. В цьому випадку регулювання параметра робочого середовища здійснюється за рахунок співвідношення між проміжками часу, коли регулюючий орган закритий або відкритий. При безперервному регулюванні пропускна спроможність регулюючого органу визначається ступенем його відкриття. Регулюючі органи характеризуються багатьма параметрами, основними з яких є: максимально допустимий тиск на вході в РО, мінімальна витрата середовища, перепад тиску на РО, витрата через повністю відкритий клапан. Підбір РО здійснюється за переліченими параметрами.

Клапани, заслінки, засувки. Двоходові і триходові клапани за типом підключення розділяються на фланцеві і різьбові.

Залежно від кута повороту осі змінюється величина просвіту між диском і внутрішньою поверхнею клапана. Така конструкція клапана використовується, як правило, в рідинних трубопроводах великого діаметру.

Дросельні повітряні заслінки застосовуються як на трубопроводах круглого, так і прямокутного перетину для регулювання повітряних і газових (парових) потоків при

невеликому статичному тиску. Зміна прохідного перетину заслінкою здійснюється шляхом обертання її навколо осі, розташованої перпендикулярно напрямку потоку.

Заслінки типу «жалюзі» при однакових розмірах зі звичайними однопорожнинними мають істотно менший реактивний момент, що обертається. Проте, мають складнішу конструкцію.

Зворотні клапани служать для запобігання зворотному потоку робочих середовищ. Їх, зокрема, використовують в рідинних і всмоктуючих трубопроводах автономних кондиціонерів і чіллерів.

Для запобігання виходу з ладу регулюючого органу він забезпечується кінцевими вимикачами, що відключають привід в крайніх положеннях.

Швидкість рідини в трубопроводі, м/с

$$W = \frac{4 \cdot F_{\max}}{3600 \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}}^2}, \quad (\text{Г.1})$$

де F_{\max} – максимальна витрата рідини, м³ / год ;

$d_{\text{вн}}$ – діаметр трубопроводу, м.

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{W \cdot d_{\text{вн}}}{\nu}. \quad (\text{Г.2})$$

де ν – кінематична вязкість середовища, м²/с;

w – швидкість середовища, м/с.

Коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{0,303}{(\log \text{Re} - 0,9)^2}. \quad (\text{Г.3})$$

Коефіцієнти опору:

крана $\xi_1 = 3,5$;

зворотного клапана $\xi_2 = 10$;

коліна $\xi_3 = 1,2$;

$$\sum \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3. \quad (\text{Г.4})$$

Втрата тиску в трубопроводі на тертя в місцевих опорах, Па

$$\Delta P_{\text{втр}} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{d_{\text{вн}}} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot W^2}{2}, \quad (\text{Г.5})$$

де λ – коефіцієнт тертя;

L – довжина трубопроводу, м;

$\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів;

ρ – густина середовища, що протікає по трубопроводу;

W – швидкість потоку.

Втрати тиску на переміщення рідини в висоту h , Па :

$$\Delta P_h = \rho \cdot g \cdot h. \quad (\text{Г.6})$$

Перепад тиску на клапані, Па

$$\Delta P_{\text{р.о}} = P_n - (P_k + \Delta P_{\text{втр}} + \Delta P_h). \quad (\text{Г.7})$$

Пропускна здатність клапана при максимальному і мінімальному навантаженнях

$$K_{v1} = 0,316 \cdot F_{\text{max}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_{\text{р.о}}}}. \quad (\text{Г.8})$$

$$K_{v2} = 0,316 \cdot F_{\text{min}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_{\text{р.о}}}}. \quad (\text{Г.9})$$

Умовна пропускна здатність регулюючого органу

$$K_{\text{vy}} = K_{v1} \cdot n, \quad (\text{Г.10})$$

де n – коефіцієнт запасу, зазвичай приймається 1,2.

З таблиці обираємо найближчий коефіцієнт умовної пропускної здатності $K_{\text{vy.табл}}$

Визначаємо ступінь відкриття клапана при максимальному і мінімальному навантаженнях

$$\eta_l = \frac{K_{v1}}{K_{\text{vy.табл}}} \cdot 100\%; \quad (\text{Г.11})$$

$$\eta_2 = \frac{K_{v2}}{K_{vy,табл}} \cdot 100\%. \quad (\text{Г.12})$$

Розрахунок клапану подачі підживлювальної води.

Максимальна витрата $F_{\max} = 1,83 \text{ м}^3 / \text{год}$, мінімальна витрата $F_{\min} = 1,1 \text{ м}^3 / \text{год}$.

Тиск у лінії $P_k = 0,25 \text{ МПа}$. Насос, що подає рідину, розвиває тиск $P_n = 0,3 \text{ МПа}$.

Діаметр трубопроводу $d_{\text{вн}} = 50 \text{ мм}$.

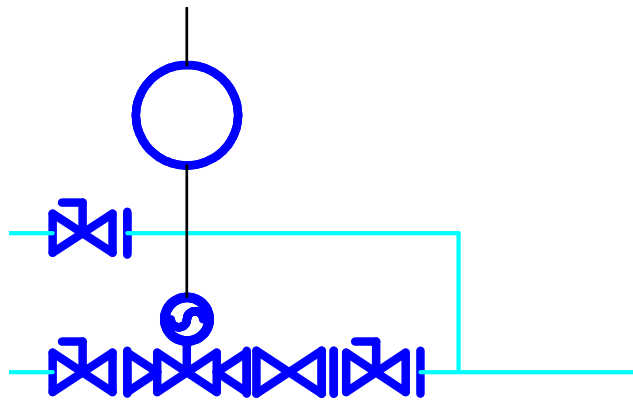


Рисунок Г.6 – Схема виконавчого пристрою

Швидкість рідини в трубопроводі

$$W = \frac{4 \cdot 1,82}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,05^2} = 0,25 \text{ (м/с)}.$$

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{0,25 \cdot 0,05}{0,89 \cdot 10^{-6}} = 14045.$$

Коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{0,303}{(\log 14045 - 0,9)^2} = 0,0287.$$

Коефіцієнти опору

вентилів $\xi_1 = 3,5$;

трійники $\xi_2 = 1,5$;

коліна $\xi_3 = 1,2$;

$$\sum \xi = 3,5 + 10 + 1,2 + 1 = 15,7.$$

Втрата тиску в трубопроводі на тертя об стінки і місцевих опорах

$$\Delta P_{\text{втр}} = \left(0,0287 \cdot \frac{2,2}{50} + 15,7 \right) \cdot \frac{990 \cdot 0,25^2}{2} = 262 \text{ (Па)}.$$

Втрата тиску на переміщення рідини в висоту h

$$\Delta P_h = 9,81 \cdot 990 \cdot 3 = 29136 \text{ (Па)}.$$

Перепад тиску на клапані

$$\Delta P_{\text{р.о}} = 300000 - (250000 + 262 + 29136) = 20602.$$

Пропускна здатність клапана при максимальному і мінімальному навантаженнях:

$$K_{v1} = 0,316 \cdot 1,82 \cdot \sqrt{\frac{990}{20,602}} = 4,$$

$$K_{v2} = 0,316 \cdot 1,1 \cdot \sqrt{\frac{990}{20,602}} = 2,4.$$

Умовна пропускну здатність регулюючого органу

$$K_{vy} = 4 \cdot 1,2 = 4,8.$$

З таблиці обираємо найближчий коефіцієнт умовної пропускну здатності $K_{vy, \text{табл}} = 10$

Ступінь відкриття клапана при максимальному і мінімальному навантаженнях

$$\eta_1 = \frac{4,8}{10} \cdot 100 = 48(\%);$$

$$\eta_2 = \frac{2,4 \cdot 1,2}{10} \cdot 100 = 29(\%).$$

Отже, для встановлення обираємо нормально відкритий клапан НС 220В/12В з електроприводом AUMA SA 07.2 діаметром умовного проходу 50.

Висновки

Було проведено розробку функціональної схеми автоматизації парової котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ «Яблуневий Дар».

Були розроблені системи автоматичного регулювання потужності парового котла, САР співвідношення палива і повітря, САР рівня води в барабані, САР тиску в деаераторі, САР підживлення. Окрім цього було розроблено технологічні захисти при: відключенні електроенергії, при погасанні факела, а також при зміні тиску повітря.

Була розроблена функціональна схема автоматизації парової котельні на форматі А3, нанесені відповідні позначення.

Підібрані основні регулятори та вимірювальні пристрої, які будуть здійснювати процеси регулювання в схемі.

Виконано розрахунок клапану подачі підживлювальної води.

Додаток Д
(довідковий)

ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до КНУ Настанова з визначення вартості будівництва. (від 01.11.2021 зі змінами).

Локальні кошториси складаються в поточному рівні цін на трудові і матеріально-технічні ресурси. В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників;
- б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально - виробничих витрат.

Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у третьому розділі роботи. Основою для розробки кошторису є креслення та технічні розрахунки (розділ 2,3).

Кошторисна документація складена за допомогою програмного комплексу АВК.

Локальний кошторис на влаштування внутрішніх санітарно-технічних робіт наведений в таблиці Д.1. Вартість робіт становить 584,535 тис. грн.

Локальний кошторис на придбання теплообмінників наведений в таблиці Д.2. Вартість робіт становить 235,859 тис. грн.

Об'єктний кошторис представлений таблиці Д.3. Кошторисна вартість робіт становить 820,394 тис. грн.

Таблиця Д.1 - Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-001-001

на _____ загально-будівельні роботи. опалення
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:
креслення(специфікації)№ _____ Кошторисна вартість 584.535 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 1.32915 тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата 103.490 тис. грн.
Середній розряд робіт 3.9 розряд

Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2023 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1	2	3	4	5	6	7	8
1	КБ18-13-5	Установлення теплового насосу OCHSNER W35	1 насос	1.0	7300.70	826.41	7301
					3654.89	221.82	
2	C130-515	тепловий насос OCHSNER W35	шт	1.0	248458.69		248459
3	КМ3-434-1	Монтаж двигуна внутрішнього згоряння ДвГА 400	шт	1.0	4005.51	298.33	4006
					3549.70	57.95	
4	C130-59	двигун внутрішнього згоряння ДвГА 400	шт	1.0	95044.80		95045
5	КБ18-13-4	Установлення циркуляційного насоса GHE 75/80	1 насос	1.0	5963.28	728.07	5963
					2994.94	193.46	
6	C130-58	Циркуляційний насос GHE 75/80	шт	1.0	32834.43		32834
7	КБ18-13-4	Установлення циркуляційного насоса GHE 55/80	1 насос	1.0	5963.28	728.07	5963
					2994.94	193.46	
8	C130-58	Циркуляційний насос GHE GHE 55/80	шт	1.0	30794.43		30794
9	КМ13-376-33	Монтаж теплообмінника пластинчастого	т	1.1	63446.80	4370.77	69791
					57922.10	1540.85	
10	КБ16-15-3	Установлення запірно-регулювальної арматури діаметром до 100 мм	шт	8.0	1251.09	135.89	10009
					306.25	29.23	

1	2	3	4	5	6	7	8
11	КБ16-9-1	Прокладання трубопроводів діаметром 50 мм	100 м трубопро воду	0.34065	9835.64	2421.55	3351
					6852.54	461.82	
12	КБ16-9-3	Прокладання трубопроводів діаметром 89 мм	100 м трубопро воду	0.11545	13361.23	3467.68	1543
					8984.08	682.46	
13	КБ16-9-4	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих безшовних труб діаметром 100 мм	108 м трубопро воду	0.05085	13478.37	3467.68	685
					8984.08	682.46	
14	КБ16-15-3	Установлення клапанів зворотних, діаметром до 100 мм	шт	1.0	1462.65	135.89	1463
					306.25	29.23	
15	КБ16-15-3	Установлення запірної регулювальної арматури діаметром 89х3,5 мм	шт	4.0	1242.93	135.89	4972
					306.25	29.23	
16	КБ16-15-3	Установлення клапанів зворотних, діаметром до 80 мм	шт	1.0	1360.65	135.89	1361
					306.25	29.23	
17	КБ18-21-7	Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах систем опалення діаметром 100 мм	10 фільтрів	0.1	58777.18	1874.91	5878
					1921.62	446.23	

1	2	3	4	5	6	7	8
18	КБ18-21-6	Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах систем опалення діаметром 80 мм	10 фільтрів	0.1	45237.61	1486.24	4524
					1626.87	343.92	
19	КБ16-15-2	Установлення запірної регулювальної арматури діаметром до 50 мм	шт	3.0	827.58	82.50	2483
					175.28	14.38	
20	КБ16-29-2	Гідрравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 100 мм	100 м трубопро воду	0.507	886.36	23.21	449
					739.96	1.05	
		Разом прямих витрат по кошторису					536874
		Разом прямі витрати				грн.	536874
		в тому числі:					
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	439306
		вартість ЕММ				грн.	11288
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.	
		заробітна плата робітників				грн.	
		всього заробітна плата				грн.	
		Загальновиробничі витрати				грн.	47661
		трудоємність в загальновиробничих витратах				люд-г	

1	2	3	4	5	6	7	8
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.	
		Всього по кошторису				грн.	584535
		Кошторисна трудомісткість				люд-г	
		Кошторисна заробітна плата				грн.	

Таблиця Д.2 - Локальний кошторисний розрахунок на придбання устаткування, меблів та інвентарю

придбання обладнання. опалення

(вид устаткування, меблів, інвентарю і робіт, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-технічного призначення)

ОСНОВА: креслення(специфікації) №
Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2023 р.

№ Ч.ч.	Документ, що обґрунтовує ціну	Найменування і характеристика устаткування, меблів та інвентарю, маса одиниці устаткування	Одиниці виміру
1	2	3	4
1	1516-9001	Теплообмінник пластинчастий марки THERMAKS PTA(GX)-26.1735x875x1400мм) ТВКФ-75УХЛЧ	шт

Разом

Транспортні та заготівельно-складські витрати

Всього по кошторису

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Таблиця Д.3 - Об'єктний кошторисний розрахунок № 02-001

Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Вимірник одиничної вартості

Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2023 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.		
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього
1	2	3	4	5	6
1	02-001-001	загально-будівельні роботи	584.535		584.535
2	02-001-002	придбання обладнання		235.859	235.859
		Всього по розрахунку	584.535	235.859	820.394

Склав

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Таблиця Д.2 - Локальний кошторисний розрахунок на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 02-001-002

придбання обладнання. опалення

(вид устаткування, меблів, інвентарю і робіт, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 235,859 тис. грн.

ОСНОВА: креслення(специфікації) №
Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2023 р.

№ п.п.	Документ, що обґрунтовує ціну	Найменування і характеристика устаткування, меблів та інвентарю, маса одиниці устаткування	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	1516-9001	Теплообмінник пластинчастий марки THERMAKS PTA(GX)-26.1735x875x1400мм) ТВКФ-75УХЛЧ	шт	1.0	226947.13	226947
Разом						226947
Транспортні та заготівельно-складські витрати						8912
Всього по кошторису						235859

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Таблиця Д.3 - Об'єктний кошторисний розрахунок № 02-001

Кошторисна вартість
 Кошторисна трудомісткість
 Кошторисна заробітна плата
 Вимірник одиничної вартості

Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2023 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.		
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього
1	2	3	4	5	6
1	02-001-001	загально-будівельні роботи	584.535		584.535
2	02-001-002	придбання обладнання		235.859	235.859
		Всього по розрахунку	584.535	235.859	820.394

Склав

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Додаток Е

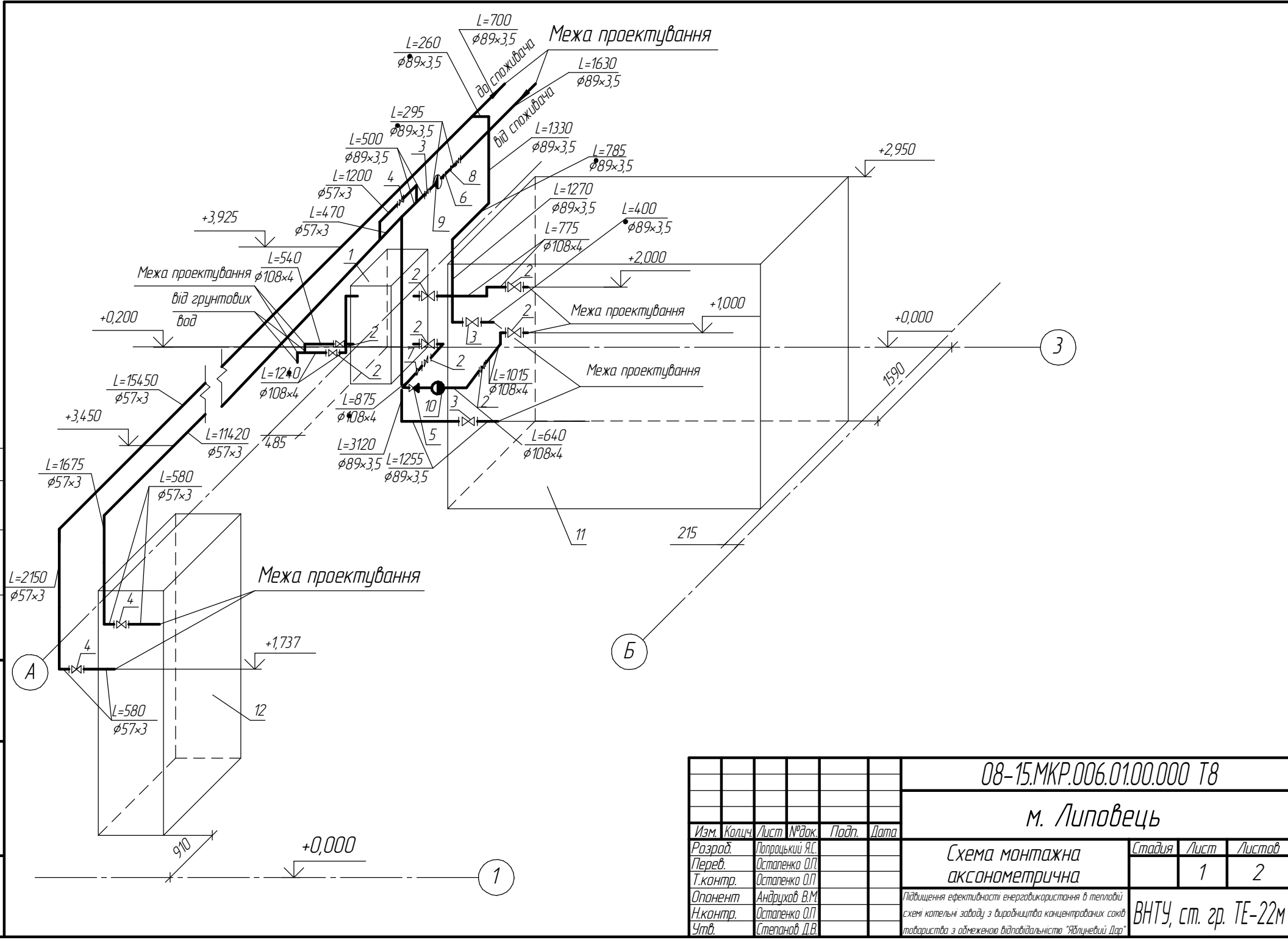
ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

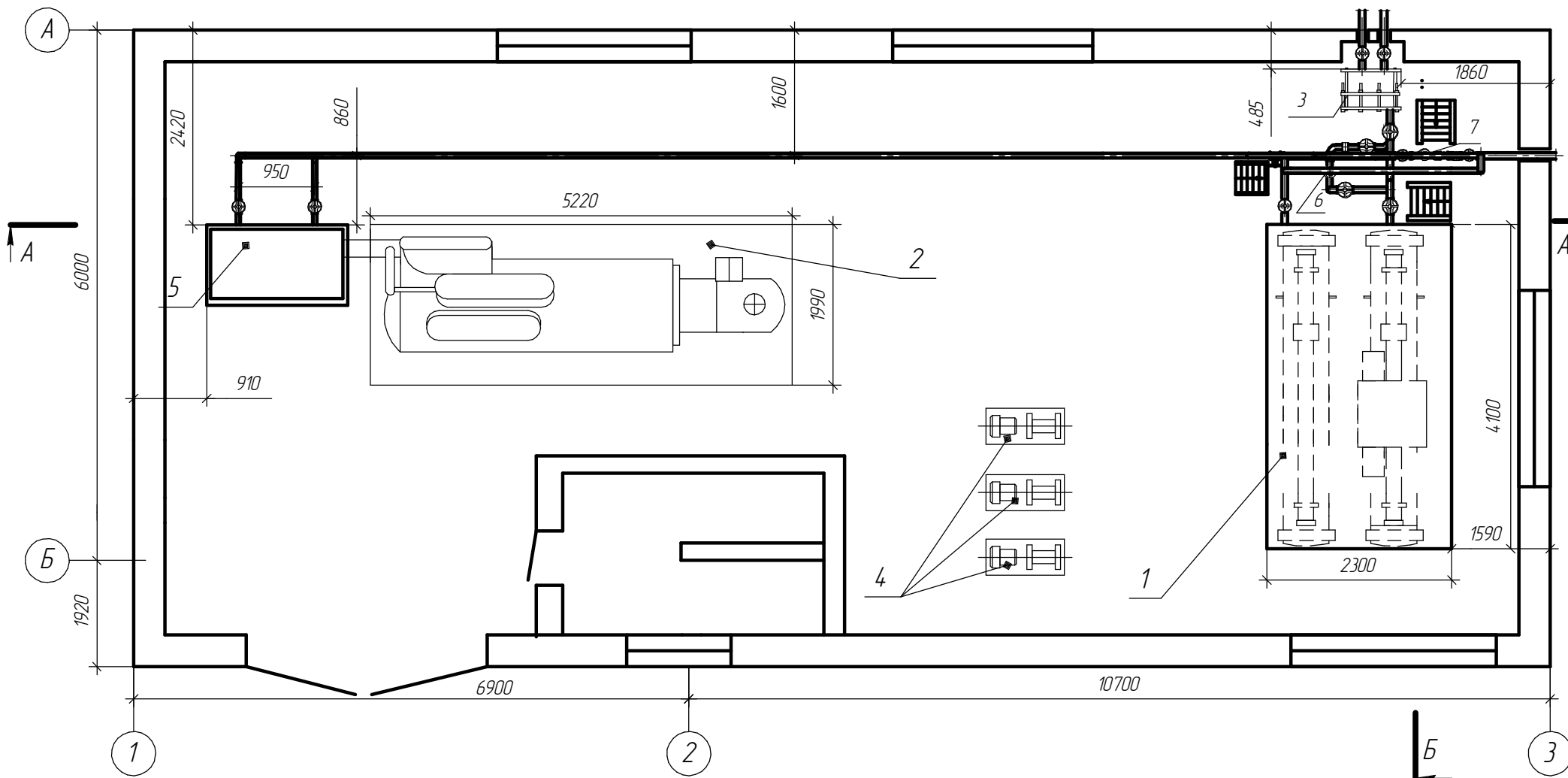
Инв. № подл.



						08-15.МКР.006.01.00.000 Т8			
						м. Липовець			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Схема монтажна аксонометрична	Стадія	Лист	Листов
Разроб.	Лопроцький Я.С.							1	2
Перев.	Остапенко О.П.					Лідвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соковідвариства з обмеженою відповідальністю "Ядлинський Дар"	ВНТУ, ст. гр. ТЕ-22М		
Т.контр.	Остапенко О.П.								
Опонент	Андрухов В.М.								
Н.контр.	Остапенко О.П.								
Утв.	Степанов Д.В.								

Поз. озна-чення	Наименование				Кол.	Примечание	
<i>Перелік елементів</i>							
1	Теплонасосна установка HT-500				1		
2	Двигун внутрішнього згоряння				1		
3	Теплообмінник пластинчастий THERMAKS PTA(GX)-26				1		
4	Живильний насос CRE 15-17				3		
5	Утилізатор теплоти				1		
6	Насос циркуляційний GHE 75/100				1		
7	Насос циркуляційний GHE 50/80				1		
8	Засувка Ду 100				8		
9	Засувка Ду 80				4		
10	Засувка Ду 50				3		
<i>08-15.МКР.006.02.00.000</i>							
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата		
Разраб.		Попроцький Я.С.					
Пров.		Остапенко О.П.					
Опонент		Андрухов В.М.					
Н.контр.		Остапенко О.П.					
Утв.		Степанов Д.В.					
План розташування обладнання та трубопроводів				Лист			Лист
				Листов			1
				ВНТУ зр. ТЕ-22М			

План будівлі

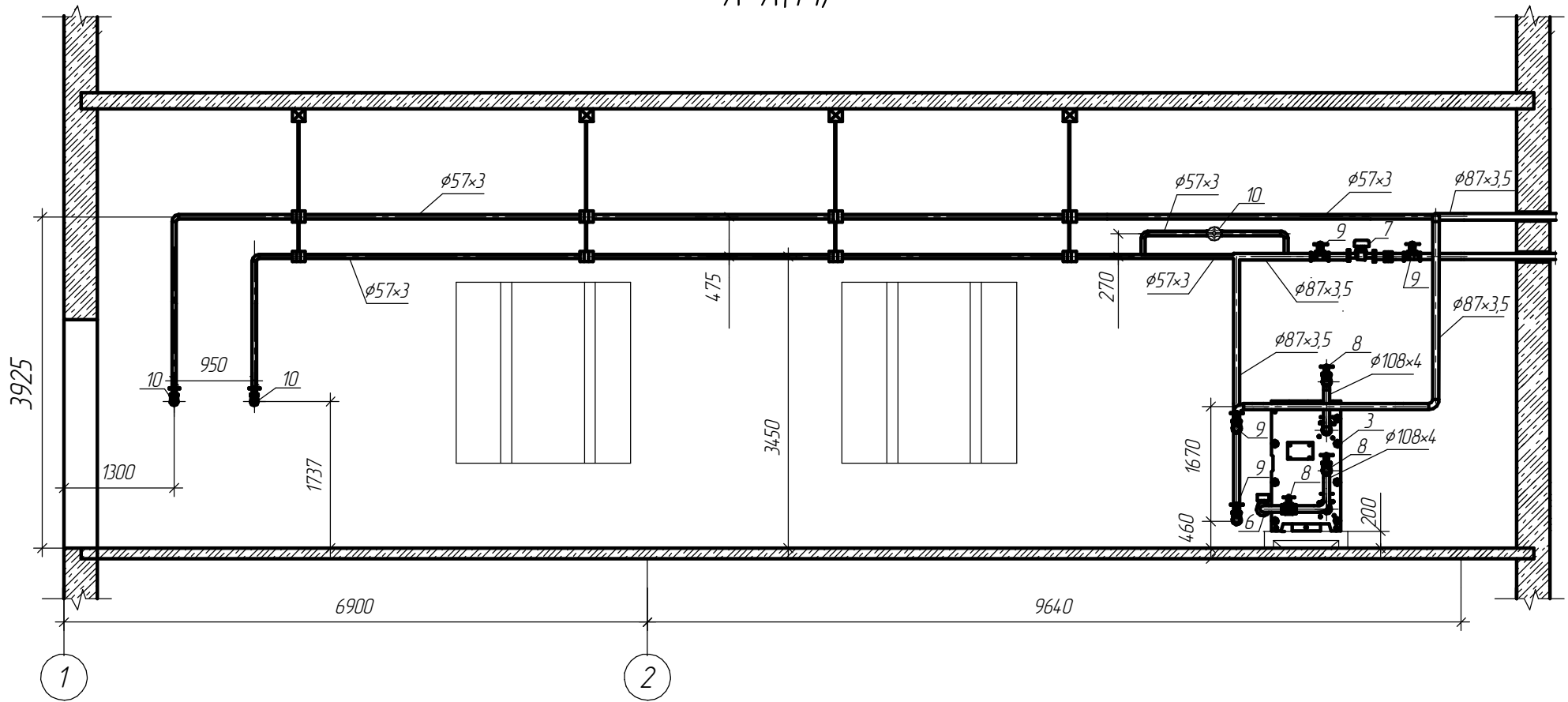


Согласовано

Взам. шиф. №	
Підп. і дата	
Шиф. № подл.	

						08-15.МКР.006.02.00.000 АР			
						м. Липовець			
Изм.	Коллич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ "Яблучевий Дар".	Стадія	Лист	Листов
Разроб.		Попроцький Я.С.						1	4
Перев.		Остапенко О.П.							
Т.контр.		Остапенко О.П.							
Опонент		Андрухов В.М.							
Н.контр.		Остапенко О.П.				План розташування обладнання та трубопроводів	ВНТУ, ст. зр. ТЕ-22м		
Утв.		Степанов Д.В.							

A-A(1:1)

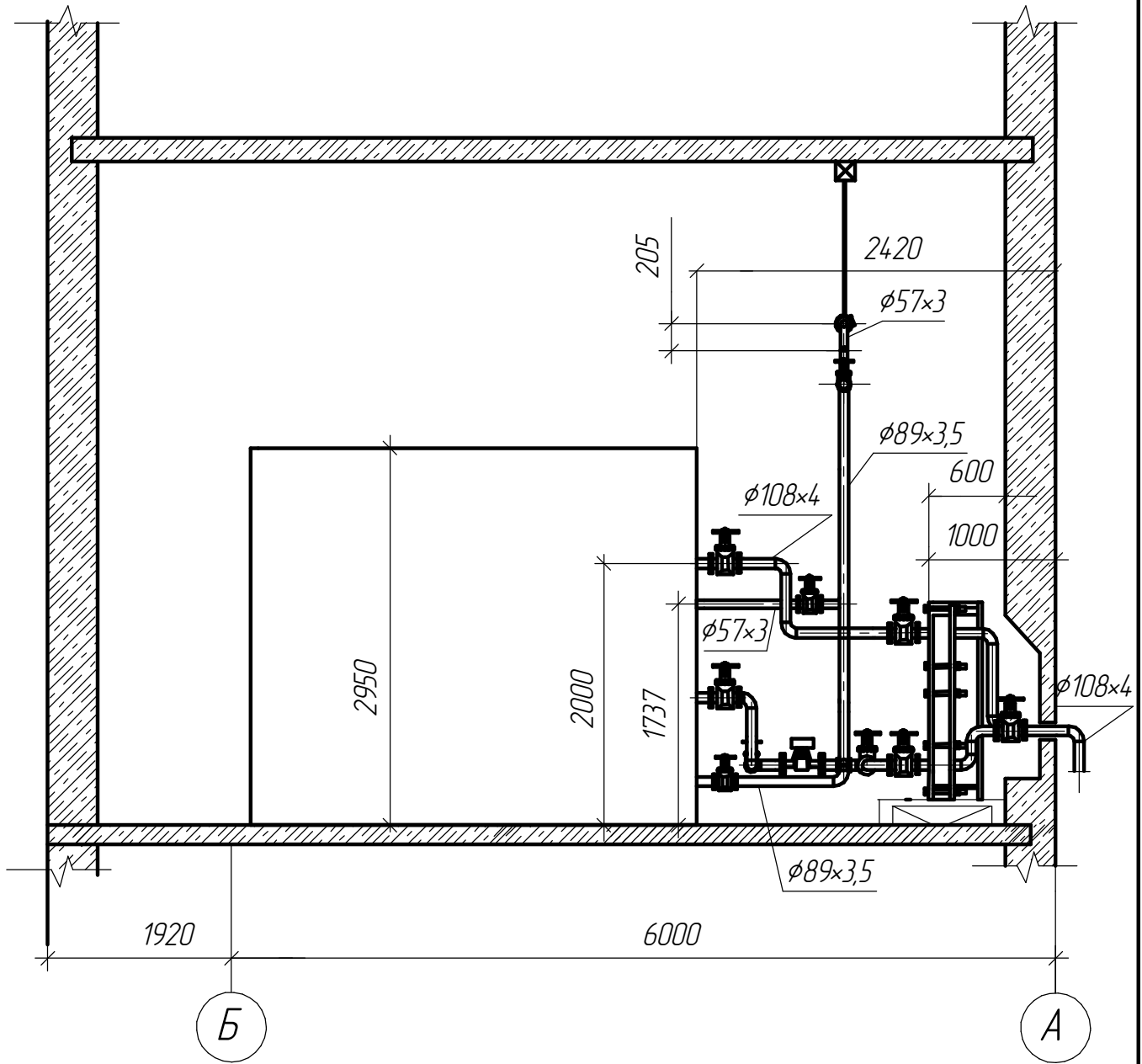


Согласовано

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №

08-15.МКР.006.02.00.000 АР									
м. Липовець									
Изм.	Коліч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ "Яблучний Дар".	Стадія	Лист	Листов
Разроб.								2	4
Перев.									
Т.контр.									
Опонент									
Н.контр.									
Утв.									
Розріз А-А							ВНТУ, ст. зр. ТЕ-22м		

Б-Б(1:1)



Согласовано

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Розроб.					
Перев.					
Т.контр.					
Опонент					
Н.контр.					
Утв.					

08-15.МКР.006.02.00.000 АР

м. Липовець

Підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ "Яблуневи Дар".

Стадія	Лист	Листов
	3	4

Розріз Б-Б

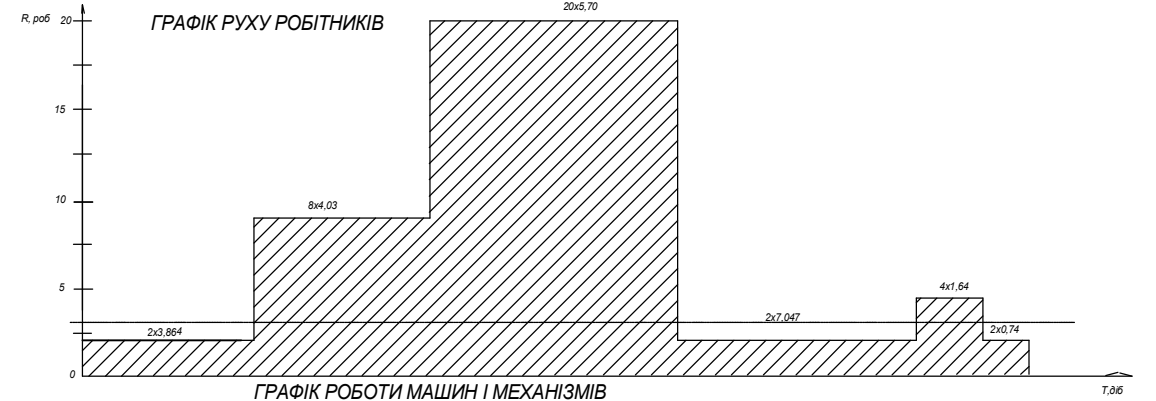
ВНТУ, ст. зр. ТЕ-22м

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

Номер	Найменування робіт	Одиниця вимірювання	Об'єм	Норма часу людина годин	Трудоємність	Склад бригади	Кількість бригади	Тривалість	2024 рік																						
									Грудень																						
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29
1	Доставка матеріалів та обладнання до місця монтажу	т	29,3	3,1000	11,350	2	Вантажник, водій	3,78	2x3,78																						
2	Розмітка місць прокладання трубопроводів	100 м	0,507	1,3000	0,0823	2	Слюсар 4, 1 розрядів	0,041				2x0,084																			
3	Встановлення теплового насосу OCHSNER	т	9,7	26,6	32,25	8	3, 4, 5, 6 розрядів Монтажник, Машиніст	4,03					8x4,03																		
4	Встановлення ДВЗ ДВГА 400	т	17,15	53,2	114,04	20	3, 4, 5, 6 розрядів Монтажник, машиніст	5,70						20x5,70																	
5	Встановлення пластинчастого теплообмінника	шт	1	11,02	1,37	2	Монтажник 3 і 4 розрядів, машиніст	0,688							2x0,688																
6	Монтаж циркуляційного насосу GHE75/80	шт	24,52	3,065	1,37	2	Монтажник, ел. зварювальник 4 і 3 розрядів	1,53									2x1,53														
7	Монтаж циркуляційного насосу GHE55/80	шт	24,52	3,065	1,37	2	Монтажник, ел. зварювальник 4 і 3 розрядів	1,53									2x1,53														
8	Монтаж трубопроводу 108x4,0	т	0,0518	227,3	14,7	2	Монтажник 3 і 4 розрядів	0,73									2x0,73														
9	Встановлення запірної арматури Ду 100	шт	0,08	64	0,64	2	Монтажник 3 і 4 розрядів	0,32										2x0,32													
10	Встановлення зворотніх клапанів Ду 100	шт	0,01	277,15	14,7	2	Монтажник 3 і 4 розрядів	0,173										2x0,173													
11	Встановлення фільтрів Ду 100	шт	1	3,07	0,383	2	Монтажник 3 і 4 розрядів	0,191										2x0,191													
12	Монтаж трубопроводу 87x3,5	т	0,0842	264,4	2,78	2	Монтажник 3 і 4 розрядів	1,39											2x1,39												
13	Встановлення запірної арматури Ду 80	шт	0,04	64	0,32	2	Монтажник 3, 4, розрядів	0,16											2x0,16												
14	Встановлення зворотніх клапанів Ду 80	шт	0,01	277,15	0,346	2	Монтажник 4, 3 розрядів	0,173											2x0,173												
15	Встановлення фільтрів Ду 80	шт	1	2,6	0,325	2	Монтажник 5 і 3 розрядів	0,162											2x0,162												
16	Монтаж трубопроводу 57x3,5	т	0,1287	4,10	6,59	4	Монтажник 3, 4 розрядів	1,64												4x1,64											
17	Встановлення запірної арматури Ду 50	шт	0,03	64	0,24	2	Монтажник 4, 5 розрядів	0,12																2x0,12							
18	Перше робоче випробування окр. частин	100 м	0,507	9,45	0,598	2	Слюсар 4 і 5 розрядів	0,299																2x0,299							
19	Робоча перевірка системи в цілому	100 м	0,507	9,45	0,598	2	Слюсар 4 і 5 розрядів	0,299																2x0,299							
20	Кінцева перевірка і здача в експл.	100 м	0,507	9,45	0,598	2	Слюсар 4 і 5 розрядів	0,299																2x0,299							
22	Повернення допоміжного обладнання на склад	т	3,8211	3,1000	14,800	2	Робітник, водій	0,7400																2x0,74							

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

№ п/п	Позначення	Формула	Результат	Одиниця виміру
1	Qзаг	$\sum Q_i$	23.28	Люд. - дні
2	Tзаг		18.53	дні
3	Rmax		20	люд.
4	Rсер	$Q_{заг}/T_{заг}$	3,1	люд.
5	Tвстан		30	дні
6	±1	$R_{сер}/R_{max}$	0,15	
7	±2	$T_{встан}/T_{заг}$	1,61	



Обладнання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30	5	
Вантажний автомобіль Volvo FH 16																										2x0,74
Вантажний кран KOMATSU LW 250																										10,41
Зварювальний апарат Kemper 555D			0,427																							0,125
Електродріль Dnipro-M TD-60			0,213																							0,03
Купова шліфмашина Dnipro-M GL-125SL																										0,726
Лебідка Dragon Winch 5000 DWP																										0,0029

Підпис і дата

Інв. № ар.

08-15.МКР.006.03.000.00 АР

м. Липовець

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробив				Попрацький Я.С.	
Перевірив				Остапенко О.П.	
Т.контр.				Остапенко О.П.	
Опонент				Андрухов В.М.	
Н.контр.				Остапенко О.П.	
Утв.				Степанов Д.В.	

Підвищення ефективності енерговикористання в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків ТОВ "Яблучний Дар".

Календарний план ВНТУ, ст. гр. ТЕ-22м

08-15.МКР.006.04.00.000 АЗ

Перв. примен.

Справ. №

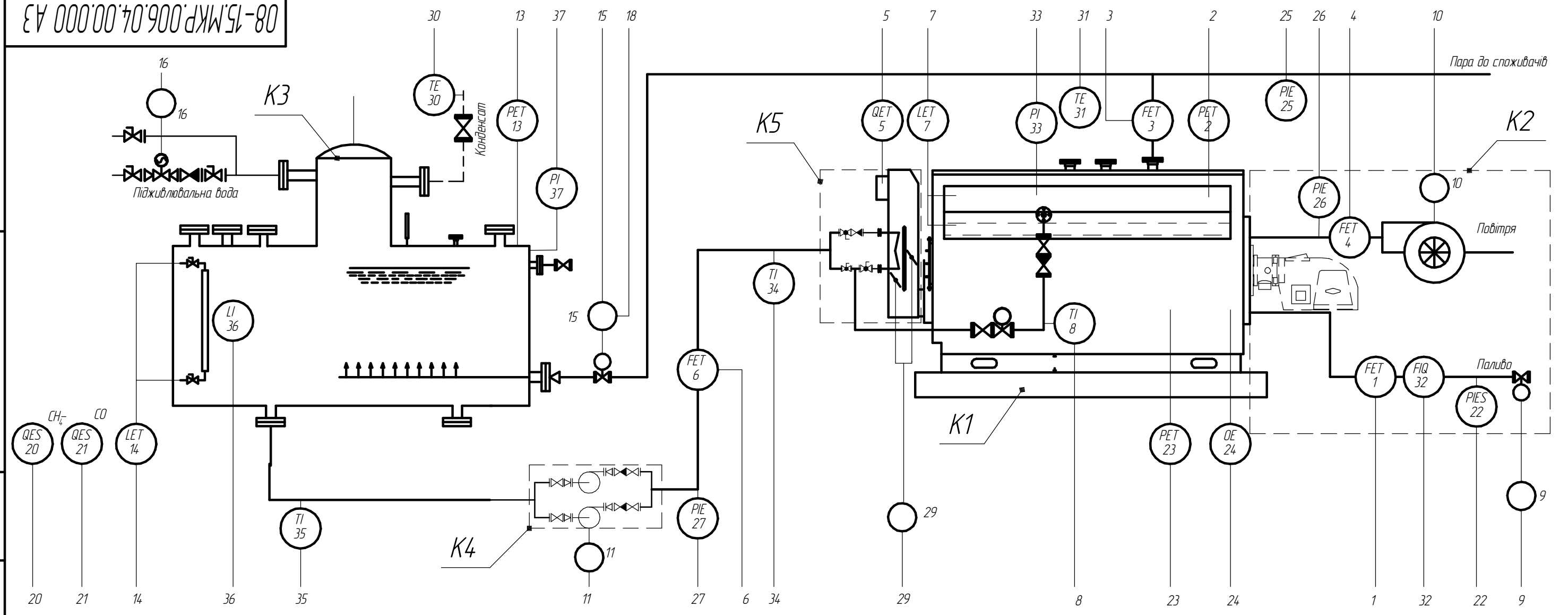
Подп. и дата

Инв. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



По місцю	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	20	20	22	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
На щиті	12											17				H 19	GI 18	SIMATIC S7-300 28							HL	HA	H 29	TI 30a	TI 31a	FIQ 32	PI 33	TI 34	TI 35	LI 36	PI 37		
АРМ чергового	EOM																																				

Умовні позначення

- K1 – Паровий котел
- K2 – Газовий паливник
- K3 – Деаератор
- K4 – Насос живильний
- K5 – Утилізатор теплоти відхідних газів

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Попроцький ЯС		
Пров.	Остапенко О.П.		
Т.контр.	Остапенко О.П.		
Опонент	Андрухов В.М.		
Н.контр.	Остапенко О.П.		
Утв.	Степанов Д.В.		

08-15.МКР.006.04.00.000 АЗ

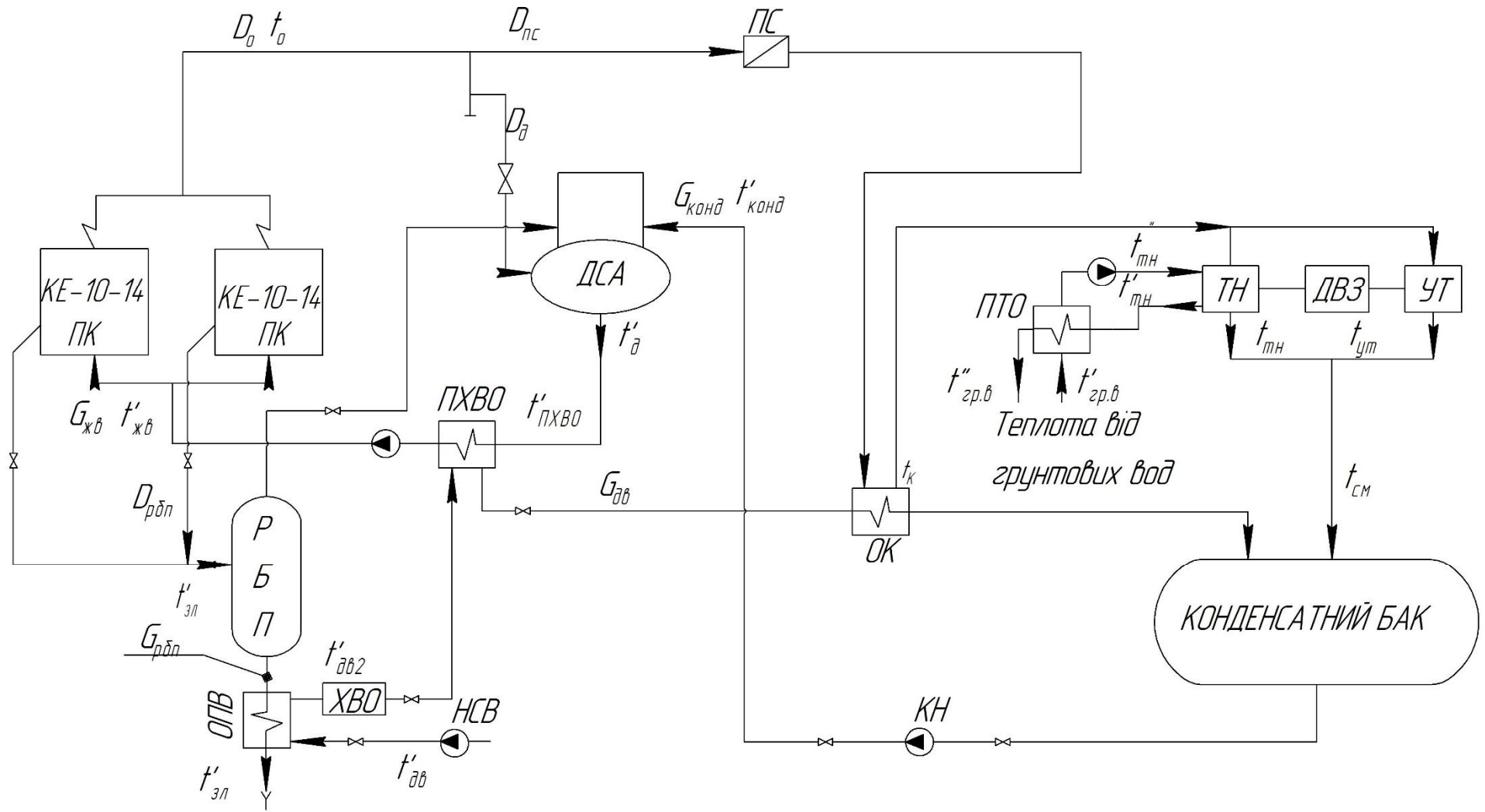
Функціональна схема автоматизації
порової котельні

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов	

ВНТУ, см. зр. ТЕ-22М

Формат АЗ

СХЕМА ТЕПЛОВА КОТЕЛЬНОЇ З КОГЕНЕРАЦІЙНОЮ ТЕПЛОАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ

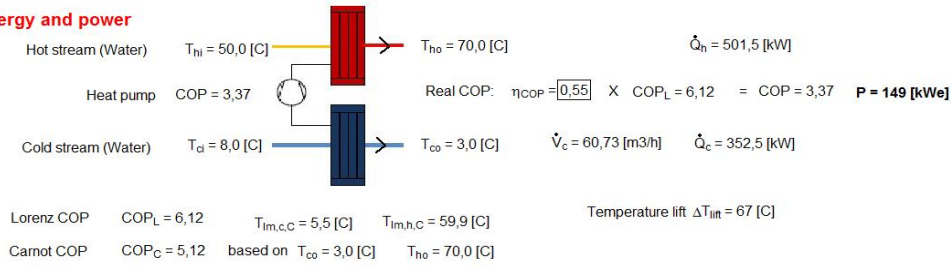


РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ

EES Distributable E:\ЗАГРУЗКИ ОЧИСТКА 16 12 23\HP FAT Calculation Programme - 2023 (1).exe: HP FAT_04a - [Detailed info]

File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help

Energy and power



Economy:

Full load hours per year $N_{year} = 2920$

Reference scenario:

Ref fuel prize $Prize_{ref} = 6,00 [CCY/kWh]_{ref} = 0,9$ Efficiency of reference fuel (e.g. boiler efficiency)

Ref fuel cost per year $Cost_{ref,year} = 9762533 [CCY/year]$

Heat pump scenario:

Elec. power cost $Prize_{elec} = 6,00 [CCY/kWh_e]$

HP cost per year $Cost_{HP,year} = 2609702 [CCY/year]$

Saving_{year} = 7152831 [CCY/year]

Simple pay back analysis:

Investment cost $Invest = 1994600 [CCY]$ $Invest_{spec} = 3977 [CCY/kW]$

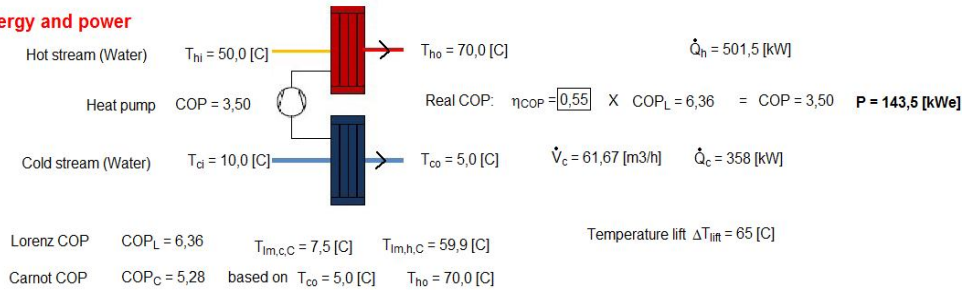
Simple pay back time $\frac{Invest = 1994600 [CCY]}{Saving_{year} = 7152831 [CCY/year]} = SPP = 0,3 [Years]$

Disclaimer: The use of the program and the results are exclusively on the risk of the user!

EES Distributable E:\ЗАГРУЗКИ ОЧИСТКА 16 12 23\HP FAT Calculation Programme - 2023 (1).exe: HP FAT_04a - [Detailed info]

File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help

Energy and power



Economy:

Full load hours per year $N_{year} = 2920$

Reference scenario:

Ref fuel prize $Prize_{ref} = 6,00 [CCY/kWh]_{ref} = 0,9$ Efficiency of reference fuel (e.g. boiler efficiency)

Ref fuel cost per year $Cost_{ref,year} = 9762533 [CCY/year]$

Heat pump scenario:

Elec. power cost $Prize_{elec} = 6,00 [CCY/kWh_e]$

HP cost per year $Cost_{HP,year} = 2513768 [CCY/year]$

Saving_{year} = 7248765 [CCY/year]

Simple pay back analysis:

Investment cost $Invest = 1994600 [CCY]$ $Invest_{spec} = 3977 [CCY/kW]$

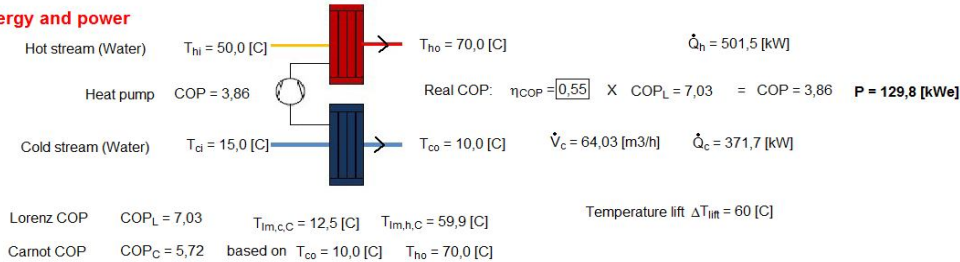
Simple pay back time $\frac{Invest = 1994600 [CCY]}{Saving_{year} = 7248765 [CCY/year]} = SPP = 0,3 [Years]$

Disclaimer: The use of the program and the results are exclusively on the risk of the user!

EES Distributable E:\ЗАГРУЗКИ ОЧИСТКА 16 12 23\HP FAT Calculation Programme - 2023 (1).exe: HP FAT_04a - [Detailed info]

File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help

Energy and power



Economy:

Full load hours per year $N_{year} = 2920$

Reference scenario:

Ref fuel prize $Prize_{ref} = 6,00 [CCY/kWh]_{ref} = 0,9$ Efficiency of reference fuel (e.g. boiler efficiency)

Ref fuel cost per year $Cost_{ref,year} = 9762533 [CCY/year]$

Heat pump scenario:

Elec. power cost $Prize_{elec} = 6,00 [CCY/kWh_e]$

HP cost per year $Cost_{HP,year} = 2273932 [CCY/year]$

Saving_{year} = 7488601 [CCY/year]

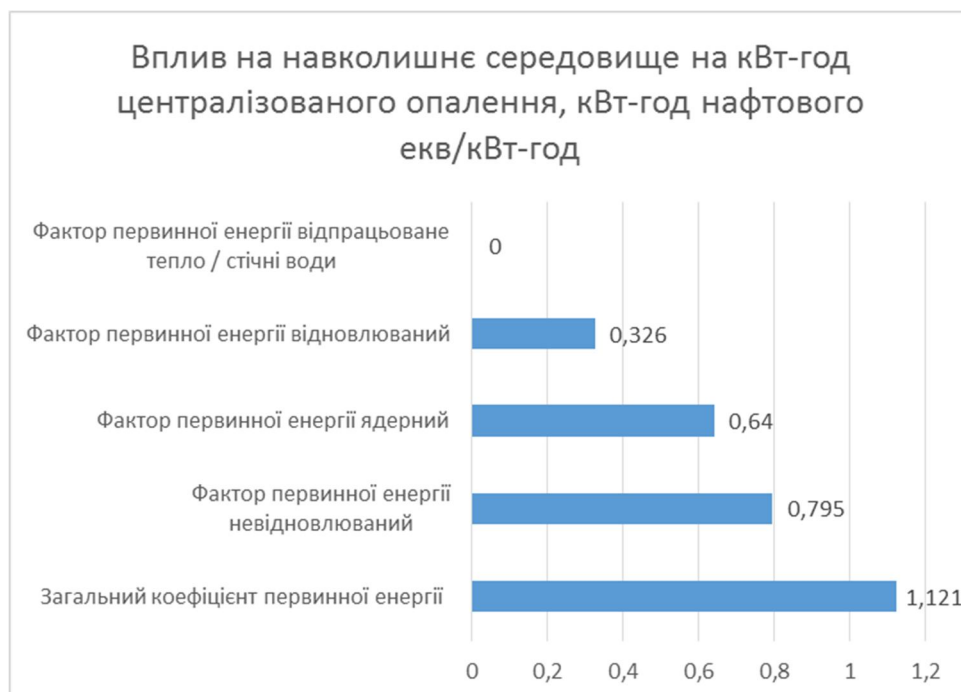
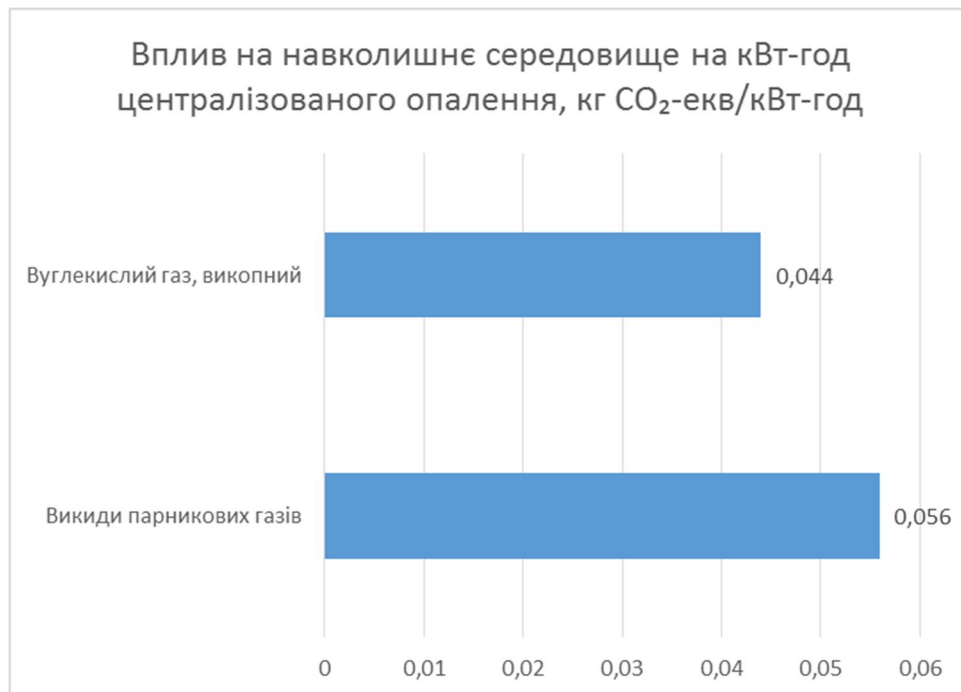
Simple pay back analysis:

Investment cost $Invest = 1994600 [CCY]$ $Invest_{spec} = 3977 [CCY/kW]$

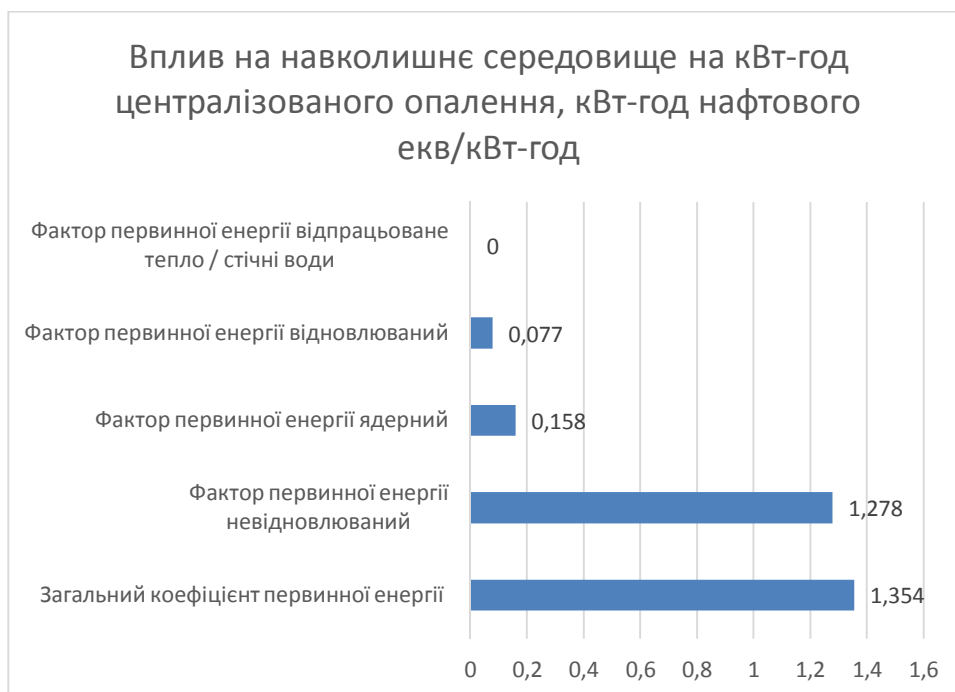
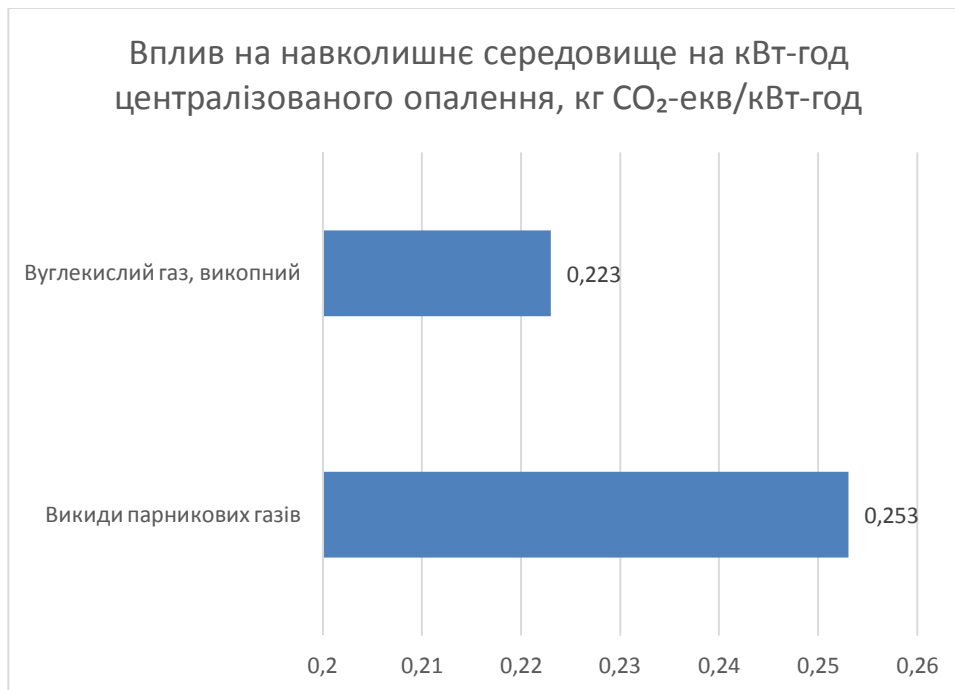
Simple pay back time $\frac{Invest = 1994600 [CCY]}{Saving_{year} = 7488601 [CCY/year]} = SPP = 0,3 [Years]$

Disclaimer: The use of the program and the results are exclusively on the risk of the user!

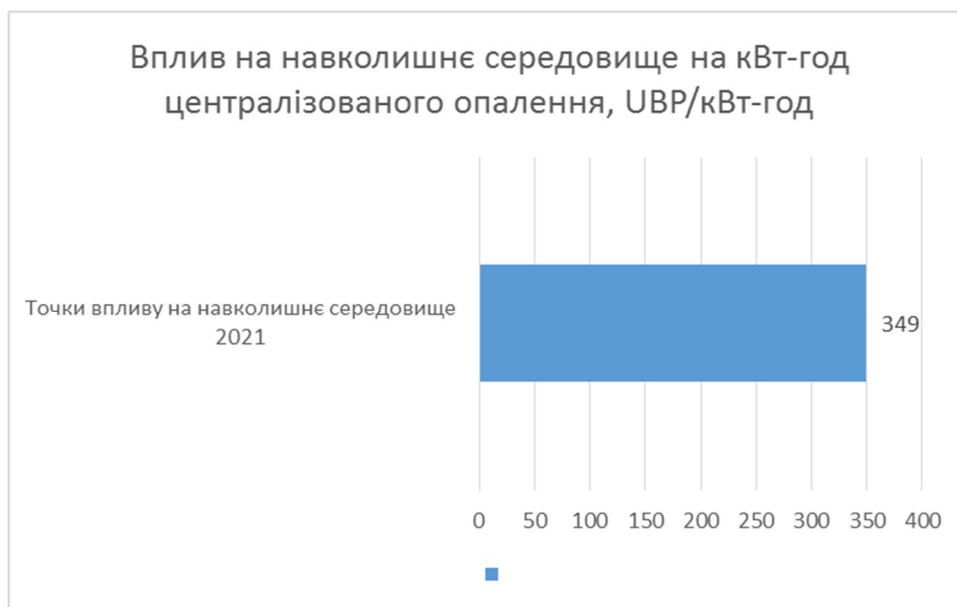
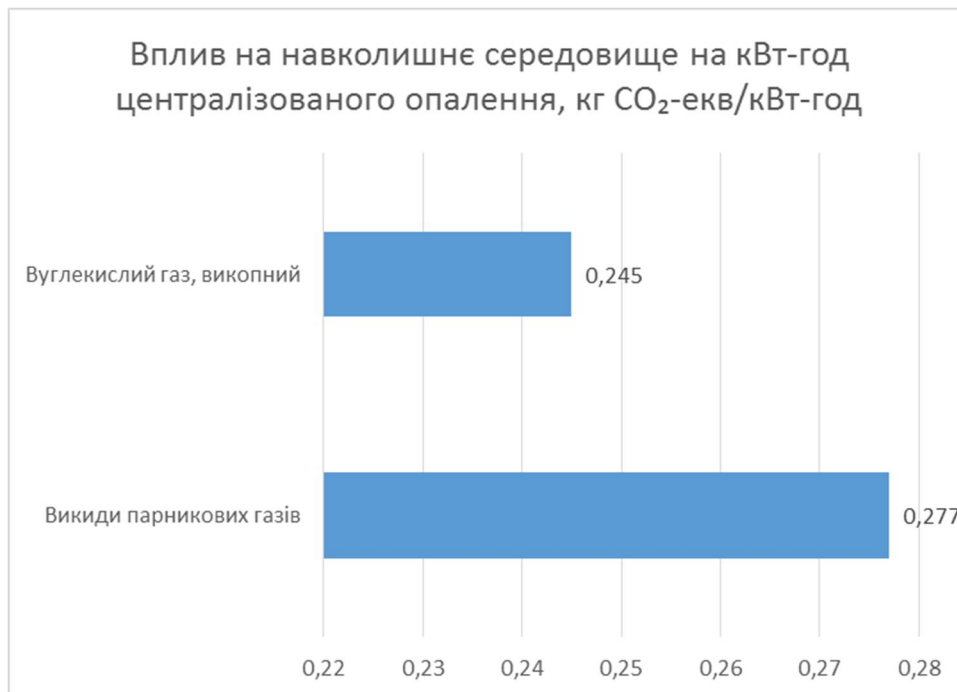
ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ НА ТЕПЛОТІ ГРУНТОВИХ ВОД



ПОКАЗНИКИ РОБОТИ КОТЕЛЬНОЇ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ ТА ТЕПЛООВОГО
НАСОСУ НА ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ З РОЗПОДІЛОМ ТЕПЛООВОГО
НАВАНТАЖЕННЯ 80/20



ПОКАЗНИКИ РОБОТИ КОТЕЛЬНІ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ ТА
ТЕПЛООВОГО НАСОСУ НА ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ З РОЗПОДІЛОМ
ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ 90/10



ПОКАЗНИКИ РОБОТИ РОБОТИ КОТЕЛЬНІ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ ТА
ТЕПЛООВОГО НАСОСУ НА ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ З РОЗПОДІЛОМ
ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ 95/5

